

Beiträge
zur Geologischen Karte der Schweiz

herausgegeben von der
Geologischen Kommission
der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft
subventioniert von der Eidgenossenschaft

Matériaux
pour la Carte Géologique de la Suisse

publiés par la
Commission Géologique
de la Société Helvétique des Sciences Naturelles
subventionnés par la Confédération

Materiali per la Carta Geologica della Svizzera

pubblicati dalla
Commissione Geologica della Società Elvetica di Scienze Naturali
sovvenzionati dalla Confederazione

Nouvelle série, 84^e livraison

114^e livraison de la collection entière

La géologie **de la Zone des cols entre la Sarine** **et le Hahnenmoos**

Avec 29 figures dans le texte et 4 planches

Par

Héli Badoux

BERNE

En commission chez Kümmerly & Frey S. A., Edition géographique, Berne

1945

Imprimé par Stämpfli & Cie.

Préface de la Commission Géologique

Dans sa séance du 6 mars 1943, la Commission Géologique a reçu de M. HÉLI BADOUX le manuscrit de sa thèse, intitulée «*La géologie de la Zone des cols entre la Sarine et le Hahnenmoos*» et a décidé de publier ce travail dans les «*Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse*». Cette décision a été prise d'autant plus facilement que M. BADOUX s'est déclaré d'accord de prendre à sa charge une partie des frais d'impression; la Commission lui est très obligée.

L'impression de la thèse a été retardée parce qu'il s'est montré désirable de faire encore quelques révisions sur le terrain; M. BADOUX les a exécutées au courant des étés 1943 et 1944.

Le mémoire offre l'étude détaillée d'une des zones les plus compliquées de nos Alpes. Les levés détaillés de M. BADOUX seront publiés plus tard; ils prendront place dans le cadre de l'«Atlas géologique de la Suisse 1 : 25 000» (feuille 472 Lenk de la carte Siegfried ou Wildstrubel-W, partie S, de la nouvelle «Carte nationale de la Suisse 1 : 50 000», agrandi à l'échelle de 1 : 25 000).

Les figures dans le texte ainsi que la planche de coupes sont dues à l'auteur et préparées pour l'impression par le bureau de la Commission. Les fossiles récoltés, les spécimens et coupes minces de roches qui se rapportent à ce travail sont déposés au Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne.

La Commission déclare que l'auteur seul est responsable du contenu du texte et des dessins.

Bâle, le 24 novembre 1944.

Pour la Commission Géologique
de la Société Helvétique des Sciences Naturelles:

Le président:

A. BUXTORF, prof.

Le secrétaire:

O. P. SCHWARZ.

Préface de l'auteur

C'est sur le conseil de M. le professeur M. LUGEON que nous avons entrepris l'étude géologique de la zone des cols entre la Sarine et le Hahnenmoos. Le travail sur le terrain dura quatre étés, de 1933 à 1936, mais ce ne fut qu'en 1941 et 1942 que nous pûmes terminer la mise au net et la rédaction.

J'exprime ici ma profonde reconnaissance à mon cher maître M. le professeur LUGEON, qui m'a formé au métier de géologue et qui m'a donné le goût et l'enthousiasme pour la recherche géologique. C'est lui qui, le premier, avait débrouillé dans ses grandes lignes la structure de cette zone si complexe et j'ai très largement bénéficié de ses connaissances. M. Lugeon n'a cessé de suivre de près mes travaux et ce sont ses conseils et sa sollicitude qui m'ont permis de mener à bien cette tâche.

Je dois aussi à M. le professeur E. GAGNEBIN une profonde gratitude pour l'intérêt qu'il a toujours porté à mes recherches et l'aide qu'il m'a fournie lors de la rédaction de ce travail.

Je tiens à dire ma reconnaissance à MM. les professeurs L. DÉVERIN et N. OULIANOFF et à mes camarades du Laboratoire de Lausanne, A. BERSIER, P. FREYMOND, G. DE WEISSE et L. BISCHOFF, qui m'ont encouragé dans mon travail.

Je remercie également la COMMISSION GÉOLOGIQUE SUISSE qui m'a fait l'honneur de me nommer collaborateur à la carte géologique et qui m'a chargé de réviser la zone des Préalpes Internes sur la feuille de la Lenk (472). Cette révision, exécutée durant les étés 1942 à 1944, m'a fait introduire quelques modifications dans mon texte et mes levés géologiques. Ces derniers seront publiés sur la feuille Lenk de l'Atlas géologique suisse au 1 : 25 000.

Je tiens à remercier la COMMISSION GÉOLOGIQUE SUISSE d'avoir accepté de publier mon travail dans les «Matériaux pour la Carte Géologique de la Suisse» et de l'aide financière qu'elle m'a accordée à cette occasion. Ma gratitude va tout spécialement à son président, M. le professeur A. BUXTORF, qui a bien voulu revoir notre texte et en diriger l'impression.

Laboratoire de Géologie de l'Université de Lausanne, octobre 1944.

H. Badoux.

Table des matières

	Page		Page
Préface de la Commission Géologique	III		
Préface de l'auteur	IV		
Table des figures dans le texte	VII		
Table des planches hors-texte	VIII		
Bibliographie	IX		
a) Textes	IX		
b) Cartes géologiques	X		
Introduction	1		
Première partie			
Stratigraphie			
Introduction	3		
Chapitre premier			
<i>Cristallin</i>	3		
Chapitre 2			
<i>Trias</i>	3		
Chapitre 3			
<i>Lias</i>	4		
1° Rhétien	4		
2° Hettangien-Sinemurien	4		
3° Lotharingien	4		
4° Pliensbachien-Domérien	5		
5° Toarcien	5		
6° Aalénien	5		
7° Aalénien: Faciès Sud («schistes mordorés»)	5		
8° Aalénien: Faciès Nord	5		
Chapitre 4			
<i>Dogger</i>	6		
1° Dogger: Faciès Sud à <i>Cancellophycus</i>	6		
2° Dogger: Faciès Nord	6		
Chapitre 5			
<i>Jurassique supérieur</i>	7		
1° Callovien-Oxfordien	7		
2° Jurassique supérieur calcaire	7		
3° Argovien et Séquanien	7		
4° Kiméridgien	8		
5° Tithonique	8		
6° Malm sporadique	8		
		Chapitre 6	
		<i>Crétacé</i>	8
		1° Valanginien	8
		2° Hauterivien	8
		3° Barrémien	9
		4° Turonien	9
		5° Maestrichtien	9
		6° Maestrichtien transgressif sur le Malm	9
		Chapitre 7	
		Eocène	9
		1° Flysch en liaison avec le Crétacé	9
		2° Flysch en liaison avec le Jurassique supérieur	10
		3° Flysch en liaison avec l'Aalénien	10
		4° Wildflysch	11
		Chapitre 8	
		<i>Les nappes des Préalpes Internes et leur composition stratigraphique</i>	11
		1° La nappe de la Plaine Morte	11
		2° La nappe du Mont Bonvin	11
		3° La nappe du Laubhorn	13
		Chapitre 9	
		<i>Considérations sur la stratigraphie des nappes des Préalpes internes</i>	13
		Deuxième partie	
		Tectonique	
		Chapitre premier	
		Introduction	15
		Chapitre 2	
		<i>Le versant droit de la vallée de la Simme</i>	15
		1° L'arête Ammertengrat-Hahnenmoos	15
		2° Le synclinal triasico-liasique	18
		3° Les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin en repos normal sur celle du Wildhorn	20
		4° Le pli plongeant des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin	22
		5° L'entrée au sol de la nappe du Laubhorn	24
		6° Résumé de la tectonique du versant droit de la vallée de la Simme	24

	Page		Page
Chapitre 3		5° Le Flysch de Stand	53
<i>La région du Rätzliberg et le massif de l'Ober Laubhorn</i>	25	6° L'Aalénien des cols	53
Chapitre 4		7° Zone mésozoïque et Flysch d'Ochsenweid	54
<i>Le versant gauche de la vallée de la Lenk</i>	28	8° Résumé	54
1° Les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin en repos normal sur celle du Wildhorn	29	Chapitre 7	
2° La nappe du Laubhorn, région des Mülkerblatten et le Wallbach	35	<i>Le versant gauche de la vallée de Lauenen</i>	55
3° La zone du Lochberg	37	Chapitre 8	
4° Les Haslerbergmäder et le Flysch de Stand	42	<i>Arête Walliser Windspillen-Col de Krinnen</i>	56
5° L'Aalénien des cols entre le Trüttlisberg et la Lenk	43	1° Les terrains des nappes ultra-helvétiques	56
6° Remarques	44	2° Les terrains de la nappe du Laubhorn	59
Chapitre 5		3° Résumé	60
<i>Les environs du Rothorn et l'arête Stüblenen-Trüttlisberg</i>	45	Chapitre 9	
Chapitre 6		<i>Le versant droit de la Sarine</i>	61
<i>Le versant droit de la vallée de Lauenen</i>	49	Chapitre 10	
1° Les Ultra-helvétiques	50	<i>Résumé et conclusions tectoniques</i>	63
2° Le Trias des Stüblenen	50	Chapitre 11	
3° Les lentilles diverses prises dans le Trias des Stüblenen	51	<i>Essai d'interprétation tectonique</i>	69
4° L'Aalénien du Haslerberg, la lentille de Vorder Trüttlisberg et les Flysch de Fluh	52		

Table des figures dans le texte

	Page
Fig. 1. Coupe du Pommerngrat	16
» 2. Coupe Pommerngrat-Regenbolshorn	16
» 3. Coupe Metschstand-Hahnenmoos	17
» 4. Coupe du Stand près de la Lenk	22
» 5. Ober Laubhorn, versant E.	27
» 6. Coupe schématique du Rätzliberg et de l'Ober Laubhorn.	27
» 7. Coupe de l'Aebibach	29
» 8. Coupe schématique du Pörisgrat	31
» 9. Coupe de la Seefluh	33
» 10. Route de la Lenk	33
» 11. Route de la Lenk	33
» 12. Le Leiterli, vu de l'W du P. 2000,9 m.	35
» 13. Coupe schématique du torrent du Lochberg	38
» 14. Coupe de Ranslauenen	39
» 15. Coupe 100 m. N du chalet de Haslerberg	40
» 16. Eraillure 50 m. NE du chalet 1900 m.	41
» 17. Coupe des Haslerbergmäder.	43
» 18. Schémas tectoniques du versant gauche de la Simme	45
» 19. Coupe au NE du sommet du Rothorn.	47
» 20. Coupe schématique de l'arête Rothorn-Col du Trüttlisberg	48
» 21. Lentille E des Stüblenen.	51
» 22. Vue de l'escarpement à l'W de Gridi	51
» 23. Schéma de l'éraillure de Spitzenegg	55
» 24. Coupe schématique Walliser Windspillen-Col de Kringen	57
» 25. Coupe à l'W du sommet des Walliser Windspillen	58
» 26. Coupe à l'W. du col de Brandsberg	60
» 27. Coupe de la paroi de Weisstannegg, cote 1760 m.	62
» 28. Schéma de la formation des plis de Blatti et des Walliser Windspillen	65
» 29. Schéma structural de la zone des cols entre la Simme et la Sarine	68

Table des planches hors-texte

- Planche I, Profil 1. Coupe du versant droit de la vallée de la Simme. .
Planche II, Profil 2. Coupes du versant gauche de la vallée de la Simme.
Planche III, Profil 3. Coupe Trüttlisberg-Stüblenen et versant droit de la vallée de Lauenen.
Profil 4. Coupe Rothorn-Tossen.
Planche IV, Profil 5. Coupes du versant gauche de la vallée de Lauenen.
Profil 6. Coupe des Walliser Windspillen.
-

Bibliographie

a) *Textes:*

1. 1878 **G. Ischer**, Blick über den Bau der westlichen Schweizeralpen. Jahrbuch S. A. C., XIII, p. 472—518.
2. 1900 **M. Lugeon**, Sur la découverte d'une racine de la zone des cols (Préalpes suisses) B. S. G. Fr., 3^e série, vol. XXVIII.
3. 1901 **M. Lugeon** et **G. Roessinger**, Géologie de la haute vallée de Lauenen (Préalpes et Hautes Alpes bernoises). Arch. des Sc. phys. et nat. Genève, 4^e période, vol. XI.
4. 1902 **M. Lugeon**, Les grandes nappes de recouvrement des Alpes et du Chablais et de la Suisse. B. S. G. Fr., 4^e série, vol. I, p. 723—825.
5. 1904 **G. Roessinger**, La zone des cols dans la vallée de Lauenen (Alpes bernoises). Bull. lab. géol. Univ. Lausanne, n^o 4, et Bull. Soc. vaudoise Sc. nat., t. XL.
6. 1906 **Ch. Sarasin** et **L. Collet**, La zone des cols dans la région de la Lenk et Adelboden. Arch. des Sc. phys. et nat. Genève, 4^e période, vol. XXI.
7. 1906 **M. Lugeon**, A propos de la note de MM. Sarasin et Collet sur «La zone des cols dans la région de la Lenk et d'Adelboden». B. S. G. Fr., 4^e série, vol. VI, p. 191.
8. 1907 **Ch. Sarasin** et **L. Collet**, La zone des cols et la géologie du Chamossaire. Arch. des Sc. phys. et nat. Genève, vol. XXIV, p. 586.
9. 1908 **M. Lugeon**, A propos de la note de Sarasin et Collet sur la zone des cols et la région du Chamossaire. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., vol. XLIV, p. 35.
10. 1908 **Ch. Sarasin** et **L. Collet**, La tectonique des Préalpes internes, réponse à M. Lugeon, Bull. Soc. vaud. Sc. nat., vol. XLIV, p. 43.
11. 1908 **M. Lugeon**, Tectonique des Préalpes internes. Réponse à MM. Sarasin et Collet. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., vol. XLIV, p. 57.
12. 1914 **M. Lugeon**, Sur la présence de lames cristallines dans les Préalpes et sur leur signification. C. R. Acad. Sc. Paris, vol. CLIX, p. 685—686, 16 novembre 1914.
13. 1914 **M. Lugeon**, Sur les conséquences de la présence de lames cristallines dans le soubassement de la zone du Niesen (Préalpes suisses). C. R. Acad. Sc. Paris, vol. CLIX, p. 778, 7 décembre 1914.
14. 1918 **M. Lugeon**, Les hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. Mat. pour la Carte géol. de la Suisse, Nouv. série, XXX^e livr., Fasc. 1, 1914, Fasc. 2, 1916, Fasc. 3, 1918.
15. 1917 **M. Lugeon**, Les couches de Wang dans les Préalpes internes. Bull. Soc. vaud. Sc. nat., vol. LI, p. 187.
16. 1920 **Arn. Heim**, Beobachtungen in den Préalpes internes. Eclog. géol. Helv., vol. XVI, p. 97—102.
17. 1920 **M. Lugeon**, Sur la géologie des Préalpes internes du Simmental. Eclog. géol. Helv., vol. XVI, p. 97—102.
18. 1924 **E. Gagnebin**, Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. Mém. Soc. vaud. Sc. nat., vol. 2, n^o 1, 1924.
19. 1928 **J. Tercier**, Géologie de la Berra. Mat. Carte géol. de la Suisse, Nouv. série, 60^e livr.
20. 1929 **E. Andrau**, La géologie du Pic Chaussy et ses abords. Bull. Lab. géol. Lausanne, n^o 44. Thèse Université de Lausanne.
21. 1929 **M. Bornhauser**, Geologische Untersuchung der Niesenkette. Mitt. Naturf. Ges. Bern, Jahrg. 1928, p. 33—114.

22. 1929 **R. B. McConnel** et **M. de Raaf**, Communication préliminaire sur la géologie de la nappe du Niesen entre le Sépey et la Lenk et sur la zone submédiane. *Eclog. geol. Helv.*, vol. XXII, n° 2, p. 95—112.
23. 1933 **K. Huber**, *Geologie der Sattelzone bei Adelboden, Bern* (Dissertation).
24. 1933 **W. Leupold**, Neue mikropaläontologische Daten zur Altersfrage der alpinen Flyschbildungen. *Eclog. geol. Helv.*, vol. 26, p. 296.
25. 1934 **M. de Raaf**, La géologie de la nappe du Niesen entre la Sarine et la Simme. *Mat. Carte géol. de la Suisse, Nouv. série*, 68^e livr.
26. 1936 **H. P. Schaub**, *Geologie des Rawilgebietes*. *Eclog. geol. Helv.*, vol. 29, n° 2, p. 337.
27. 1938 **M. Lugeon**, Quelques faits nouveaux dans les Préalpes internes vaudoises (Pillon, Aigremont, Chamosaire). *Eclog. geol. Helv.*, vol. 31, n° 1, p. 1.
28. 1940 **M. Lugeon**, Notice explicative de la feuille Diablerets. *Atlas géol. Suisse 1 : 25 000*, n° 19.
29. 1941 **M. Lugeon** et **E. Gagnebin**, Observations et vues nouvelles sur la géologie des Préalpes romandes. *Bull. Lab. de géol. mines, géophys. et Musée Univ. Lausanne*, n° 72, et *Mém. Soc. vaudoise sc. nat.* n° 49, vol. 7, n° 1.

b) Cartes géologiques:

- 1910 **M. Lugeon**, Carte géologique des Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander. 1 : 50 000. *Mat. carte géol. de la Suisse, Nouv. série, Carte spéciale n° 60*, publiée par la Commission géol. suisse.
-

Introduction

La région de l'Oberland bernois dont nous avons fait l'étude et levé la carte géologique forme une zone déprimée au pied N des Hautes Alpes bernoises. Elle se limite de la façon suivante :

à l'W par la Sarine de Gsteig (Saane),

au N par la ligne brisée Gsteig-col de Krinnen-Lauenen-col du Trüttlisberg-la Lenk-col de Hahnenmoos,

à l'E par l'arête qui relie le col du Hahnenmoos à l'Ammertengrat en passant par le Regenbolshorn, et au S par les parois des Hautes Alpes calcaires (Ammertengrat, Hohberg, Niesenhorn, Vollhorn, Muthorn et Kleinhörnli).

C'est une zone d'altitude relativement basse, à topographie douce, de collines arrondies et herbeuses parfois recouvertes de forêts, qui contraste fortement avec les sommets plus élevés, aux pentes abruptes et régulières de la chaîne du Niesen au N (Windspillen, Lauenenhorn-Wistätthorn-Tierberg) et avec les parois rocheuses, déchiquetées, des Hautes Alpes, au S. La division de cette région en trois zones ayant chacune son style topographique propre résulte de différences géologiques. Au nord, la chaîne du Niesen est taillée dans la grande épaisseur de grès et de conglomérats résistants de Flysch crétacique (Nappe préalpine du Niesen). Au sud dominant les séries calcaires plissées de la nappe helvétique du Wildhorn. Entre deux passe la zone, souvent appelée « zone des cols », où prédominent des terrains argileux et marneux tendres.

Trois rivières et leurs affluents drainent notre région à savoir de l'E à l'W: la Simme (vallée de la Lenk), le Lauibach (vallée de Lauenen) et la Saane ou Haute Sarine (vallée de Gsteig). Ces cours d'eau divisent la région étudiée en trois groupes de basses montagnes arrondies dont les formations sont trop souvent cachées par des dépôts morainiques étendus et de nombreux glissements de terrain.

La zone des cols est formée d'un ensemble de terrains se rattachant tectoniquement aux plus basses des nappes préalpines, connues sous le nom de « nappes des Préalpes internes ».

Les limites du territoire étudié que nous avons décrites géographiquement précédemment sont en réalité des limites géologiques. Au S, la limite est constituée par les couches de base des Préalpes internes ou, ce qui revient au même, par le niveau le plus élevé de la nappe du Wildhorn, généralement les schistes nummulitiques. Au N, la limite supérieure est donnée par une bande très constante d'Aalénien, dit « Aalénien des cols », et des glissements de terrain qui y prennent naissance. A l'époque où notre travail fut entrepris, cette bande d'Aalénien était considérée comme le sommet ou la limite N des Préalpes internes. Les terrains immédiatement au-dessus étant classés dans la Nappe du Niesen. Or, les travaux récents de M. LUGÈON dans la région du Chamossaire (27) ont démontré qu'il fallait inclure la « zone mésozoïque et la zone du Flysch d'Ochsenweid » (3 km. ENE de Lauenen) dans les nappes des Préalpes internes et non dans celle du Niesen, comme le pensait DE RAAF (22).

Les Préalpes internes se composent de trois nappes distinctes, soit de haut en bas :

la nappe du Laubhorn,

la nappe du Mont Bonvin et

la nappe de la Plaine Morte.

La nappe du Laubhorn est appelée aussi parfois nappe de Bex-Laubhorn ou nappe de l'Ober Laubhorn.

La nappe du Mont Bonvin a pour équivalent dans les Alpes vaudoises celle de la Tour d'Anzeinde. Il nous semble préférable de maintenir quand même ces deux noms, car on ne voit pas le raccord entre les secteurs vaudois et bernois de cette nappe et parce que sa stratigraphie présente des différences importantes entre ces deux régions.

Les deux nappes inférieures, de la Plaine Morte et du Mont Bonvin, sont souvent groupées sous le nom de «nappes ultra-helvétiques», cela à cause de leurs affinités avec celle du Wildhorn. Les racines de ces deux nappes sont connues avec précision. D'autres auteurs emploient le terme d'Ultra-helvétique pour l'ensemble des nappes des Internes.

La zone d'Ochsenweid avec son Flysch d'âge éocène est à rattacher aux «Préalpes internes»; ce serait l'exact équivalent de la nappe ou lame du Meilleret de M. LUGEON (27, p. 12), en quelque sorte une digitation supérieure de la nappe du Laubhorn. L'«Aalénien des cols» participerait aussi à la nappe du Meilleret. Nous n'avons pas distingué, dans l'étude de notre territoire, la lame du Meilleret des autres digitations du Laubhorn.

M. LUGEON, en 1920 (17), signalait une série complexe, sur le versant gauche du Wallbach (affluent de la Simme à l'E de la Lenk), qu'il considérait avec doute comme une nouvelle unité tectonique, la nappe du Lochberg. Le niveau supérieur de cette nappe, ainsi que l'a montré M. DE RAAF, doit être attribué à l'Aalénien des cols, donc à la nappe du Laubhorn. M. DE RAAF considérait le reste de la nappe du Lochberg (zone du Lochberg comme il l'appelait) comme représentant une lame de la nappe du Niesen plantée dans les sédiments tendres des Internes. Mais la présence de Flysch éocène dans la zone du Lochberg vient infirmer cette hypothèse, la nappe du Niesen étant caractérisée par des Flysch d'âge exclusivement crétacique. Nous considérons la zone du Lochberg comme faisant partie des Ultrahelvétiques, mais, vu le caractère assez spécial de cette zone, nous maintiendrons le terme de «zone du Lochberg».

Le tableau suivant résume les différentes unités tectoniques que nous distinguerons dans notre étude, de haut en bas:

	Nappe du Niesen		
Préalpes internes	{	Nappe du Laubhorn	
		(comprenant la nappe du Meilleret)	
	{	Nappes ultra-helvétiques	
		(comprenant la zone du Lochberg)	
		{	Nappe du Mont Bonvin
		{	Nappe de la Plaine Morte
Nappe helvétique du Wildhorn			

Dans les chapitres qui vont suivre, nous traiterons d'abord de la stratigraphie. Puis viendra la description régionale et tectonique, description que nous ferons de l'E à l'W, partant du versant droit de la vallée de la Simme, pour aboutir à la Sarine. Enfin nous terminerons par quelques considérations plus générales.

Le levé géologique au 1 : 25 000 a été exécuté durant les étés 1933 à 1936, en utilisant comme base topographique les nouvelles feuilles de l'Atlas topographique de la Suisse au 1 : 50 000 agrandies au 1 : 25 000 (Feuille de la Lenk, n° 472 et celle de la Gemmi, n° 473). Notre levé géologique sera publié sur les feuilles Lenk et Gemmi de l'Atlas géologique suisse au 1 : 25 000.



Première partie

Stratigraphie

Introduction

On ne trouve nulle part sur notre territoire de série stratigraphique continue; ce n'est qu'en groupant des observations faites en des points souvent éloignés que l'on arrive à reconstituer la série des terrains.

Nous avons indiqué au chapitre précédent que la «zone des cols» est formée par trois nappes, chacune d'elles comprenant des étages qui ne se retrouvent généralement pas dans les autres. Nous reviendrons sur cette question dans le dernier chapitre de cette partie stratigraphique pour essayer de mettre en évidence ce que l'on peut reconstituer du jeu des transgressions maestrichtiennes et éocènes.

Chapitre premier

Cristallin

En un seul point de notre territoire, on voit affleurer du cristallin. Il forme une lentille de 60 m. environ de longueur, que l'on trouve à environ 3 km. au NE de Gsteig, sur le versant W de l'arête qui relie les Walliser Windspillen au col de Krinnen, 350 m. au SE de ce dernier (Pl. IV, profil 5).

Cet affleurement fut signalé pour la première fois en 1904 par ROESSINGER (5).

Il s'agit d'une roche de couleur verte rappelant beaucoup celle de Gsteig, découverte et décrite par M. LUGEON (12) en 1914 et qu'il assimilait aux schistes de Casanna (noyau précambrien de la nappe pennique du Grand St-Bernard).

La roche est assez altérée en surface et toute recoupée de filons de quartz ayant jusqu'à 10 cm. de puissance.

Sous le microscope elle présente la constitution suivante: surtout de la calcite cristallisée et des paquets de lamelles de chlorite, tordues et englobant des îlots de quartz à extinction roulante. Accessoirement, on trouve de la magnétite enrobée de leucoxène et un peu de clino-zoïsite.

La roche est donc un calcschiste chloriteux provenant probablement du métamorphisme d'un calcaire.

Cette lentille cristalline est encadrée de deux zones de Flysch éocène, mais sans contact visible avec eux.

Chapitre 2

Trias

Le Trias comprend les roches suivantes: gypse, cornieule, calcaire dolomitique à intercalations de schistes verts. Il est difficile d'établir l'ordre de succession de ces différentes formations, car elles ne se trouvent jamais toutes ensemble dans la même section et ne contiennent aucun fossile.

Au Stüblenen, 5 km. à l'E de Lauenen, le gypse paraît en synclinal ou en tout cas superposé à la cornieule. Au col de Krinnen et du Trüttlisberg, nous trouvons la même succession: cornieule, gypse et Aalénien. D'après ces exemples la cornieule serait plus ancienne que le gypse.

Dans l'Ober Laubhorn, 4 km. au S de la Lenk, le Trias présente la section suivante: à la base, se trouve la cornieule surmontée de calcaire dolomitique, à intercalations de schistes verts, qui passe, vers le haut, au Rhétien lumachellique. D'après ces observations, la stratigraphie du Trias serait de bas en haut: cornieule — gypse — cornieule — calcaire dolomitique à schistes argileux verts. Cette succession est, du fait d'une certaine indépendance des terrains qui la composent, extrêmement problématique. Un seul point est certain, c'est qu'il faut attribuer au Trias tout à fait supérieur, les calcaires dolomitiques à intercalations de schistes argileux verts.

Chapitre 3

Lias

La série liasique est largement représentée sur notre terrain, mais jamais on ne voit une coupe montrant une succession continue du Rhétien à l'Aalénien. Cela est dû probablement à des causes tectoniques. Tout le Lias, du Rhétien au Toarcien, consiste en sédiments calcaires ou marno-calcaires, donc relativement rigides; l'Aalénien au contraire est formé de schistes argileux tendres et très plastiques. Cette différence de plasticité explique le comportement différent de ces deux ensembles lithologiques. Le Lias calcaire qui forme le synclinal de l'Ober Laubhorn (et que l'on retrouve sur le versant droit de la vallée de la Lenk) est resté en quelque sorte en arrière, tandis que les sédiments plastiques (Aalénien-Bajocien) ont été chassés en avant, décollés de leur substratum, et forment actuellement les Mülkerblatten (3,5 km. au SW de la Lenk) et les bandes aaléniennes plus au N. Ce phénomène n'est pas restreint à des écrasements suivant la direction de poussée ou d'écoulement des nappes, mais se produit aussi latéralement. C'est un phénomène analogue à la mise en lentilles si fréquente et commune à tous les terrains résistants de la «zone des cols».

L'Ober Laubhorn nous montre la série liasique suivante:

1° Rhétien. Faisant suite au calcaire dolomitique du Trias, on a à la base:

3 m. de calcaire spathique noir, contenant de petits graviers dolomitiques, calcaire à patine rousse, en gros bancs séparés par de minces délits lumachelliques. Puis 2 m. de calcaire à pâte bleutée en bancs de 30 cm. d'épaisseur séparés par des délits de schistes argileux noirs et de lumachelle marneuse à *Waldheimia elliptica* ZUGMAYR.

2° Hettangien-Sinemurien? A la base et faisant suite au Rhétien:

3,50 m. de schistes argileux noirs se délitant en petites lamelles et de calcaire argileux sombre, sans fossile, en bancs de 30 cm. d'épaisseur.

Au sommet: 2,5 m. alternance de calcaire à pâte sombre, légèrement spathique et de calcaire finement spathique noir.

Dans des calcaires spathiques très semblables, à Inner Wolfegg près de Lauenen, nous avons trouvé une *Gryphea arcuata* LAM.

3° Lotharingien; formé à la base d'un banc de calcaire massif de 5 à 15 m. de puissance. C'est un calcaire spathique clair, à grosses entroques, contenant des grains arrondis de dolomie et de quartz. Au sommet on a 8 m. de calcaire siliceux sombre, légèrement spathique. Nous avons trouvé dans ce niveau quelques bélemnites et ammonites mal conservées dont un *Echioceras varicostatum* ZIET. qui est un fossile caractéristique du Lotharingien supérieur.

Le Lotharingien est légèrement transgressif sur les formations précédentes. En effet, à l'arête N de l'Ober Laubhorn, le calcaire spathique clair repose directement sur le Rhétien. Il en est de même sur la rive droite de la Simme, dans le synclinal triasico-liasique du Metschhorn.

K. HUBER (23, p. 65) signale dans le Lotharingien du Metschhorn *Aegoceras bispinatum* GEYER, *Aegoceras praecursor* GEYER et *Gryphaea obliqua* Sow.

L'âge Rhétien et Hettangien-Sinémurien attribué aux terrains compris entre le calcaire dolomitique du Trias et le Lotharingien n'est pas basé sur des preuves paléontologiques. Nous avons classé dans l'étage Rhétien la zone à lumachelles, qui sont fréquentes dans les roches de cet âge.

4° Pliensbachien-Domérien. Reposant sur le Lotharingien, par une assise schisteuse, commence l'épaisse série de calcaires qui constitue la masse sommitale de l'Ober Laubhorn. C'est une alternance de calcaire en bancs de 30 à 50 cm. de puissance et de délits marneux bruns de 1 à 3 cm. Le calcaire a une pâte sombre, légèrement spathique et généralement siliceuse. La silice est irrégulièrement répartie, donnant à la roche une patine variable bleutée ou brune.

Dans un éboulis de cette paroi, nous avons trouvé quelques ammonites dont :

Lytoceras aequistriatum QUENST. Pliensbachien

Lytoceras fimbriatum Sow. Domérien

Amaltheus margaritatus BRONG. Domérien

ce qui donne l'âge Pliensbachien-Domérien à cet ensemble de calcaire siliceux sans qu'on puisse séparer les deux étages.

5° Toarcien. Dans le cœur du synclinal de l'Ober Laubhorn, au N du sommet et surmontant les calcaires siliceux, affleurent des marnes gréseuses sombres à rares intercalations de bancs calcaires dont la pâte est comme tachée par des traînées argileuses. Ces marnes sont probablement toarciennes.

La présence du Toarcien dans le synclinal du Metschhorn (rive droite de la Simme) est certaine grâce à un *Hildoceras bifrons* D'ORB. récolté en 1921 par M. FEUILLETEAU DE BRUYN dans la région de Sumpf, environ 3 km. au SE de la Lenk. Ce fossile est déposé au Musée de Lausanne.

On ne voit jamais sur notre territoire de passage entre le Toarcien et l'Aalénien.

6° Aalénien. L'Aalénien se présente sous deux faciès argileux d'ailleurs peu différents l'un de l'autre; chacun passant graduellement au Dogger.

Nous distinguerons un faciès Sud de l'Aalénien (faciès des schistes mordorés) que l'on trouve dans toute la région du Rothorn, 5 km. au SE de Lauenen, de même qu'à l'arête de Pommern (versant droit de la vallée de la Simme), et d'autre part un faciès Nord caractérisant les Aaléniens au N de la ligne Metschhorn—La Lenk—Stüblenen—Lauenen—Grindenlager—Gsteig.

7° Aalénien: Faciès Sud, faciès des «schistes mordorés». Schistes noirs, parfois micacés, contenant de petits nodules de calcaire sombre. Les schistes se débitent en lamelles, tachées de rouille (limonite).

Sur le flanc S du Rothorn, nous avons trouvé, en trois points et intercalé dans les schistes mordorés, un calcaire marneux spathique, à patine rousse et à pâte bleu foncé, très fossilifère. Il contient de très nombreuses *Ludwigia Murchisonae* Sow. accompagnées de bélemnites et *Nucula sp.* Cette faune appartient à l'Aalénien supérieur (zone à *L. Murchisonae* de E. HAUG). K. HUBER (23, p. 63) signale une faune semblable 150 m. au NW du col entre Bütschi et Pommernalp, mais, en plus, dans les schistes mordorés eux-mêmes, nous avons découvert dans la région de Stiegelberg, 1,5 km. à l'E du Rothorn, *Ludwigia concava* Sow., *L. Murchisonae* Sow. et des *Posidonomyes*.

Il semble donc démontré que les schistes mordorés sont aaléniens en général. Il est possible qu'ils représentent aussi le Bajocien inférieur. Mais l'absence de preuve paléontologique nous a fait cartographier l'ensemble des schistes mordorés comme d'âge aalénien.

8° Aalénien: Faciès Nord. L'Aalénien de faciès Nord est formé par un ensemble de schistes argileux noirs, micacés, contenant des lentilles de la grosseur du poing (miches) d'un calcaire noir, dense, pyriteux. Les fossiles y sont rares: Nous y avons trouvé: dans le torrent au S d'Egg (2 km. E de Lauenen), à la cote 1430 m (rive droite de la vallée de Lauenen) des *Harpoceras* indéterminables. M. LUGEON avait

déjà trouvé dans cette région un *Harpoceras* voisin de *Harpoceras aalense* ZIET.; au N du chalet d'Egg, nous avons découvert des *Posidonomya* sp. et *Lucina Murvielensis* DUMOR. Sous les chalets de Gridi (vallée du Blattibach), 1,5 km. au N du Rothorn, existe un petit affleurement d'Aalénien typique qui nous a livré également des *Posidonomya* et un *Harpoceras aalense* ZIET. L'Aalénien de la paroi de Fluh, 1 km. à l'ESE de Lauenen, contient aussi de petites *Posidonomyes*.

Par places, l'Aalénien prend un faciès plus gréseux, les schistes se délitent en dalles marquées de nombreuses pistes de vers. Peut-être s'agit-il déjà de la base du Bajocien, mais en l'absence de preuves paléontologiques, nous ne l'avons pas distingué de l'Aalénien typique.

Chapitre 4

Dogger

Le Dogger auquel passe graduellement l'Aalénien se présente également sous deux faciès:

Un faciès Sud à *Cancellophycus* faisant suite à l'Aalénien (schistes mordorés) et un faciès Nord que l'on ne trouve que dans les Mülkerblatten (3,5 km. au SW de la Lenk), et le torrent du Wallbach sur le versant gauche de la vallée de la Lenk.

1^o Dogger: Faciès Sud à *Cancellophycus*. Comme les schistes mordorés le Bajocien affleure dans la région de Pommern et celle de l'alpe de Stiegelberg, à l'E du Rothorn. Celui de l'arête de Pommern a été décrit par K. HUBER (23, p. 69).

A leur sommet, les schistes mordorés deviennent légèrement plus gréseux, puis le Bajocien proprement dit commence. Il est formé d'un ensemble de schistes marneux micacés, à patine bleue, contenant quelques bancs de calcaire argileux de 20 à 30 cm. d'épaisseur. Les bancs ont tendance à se désagréger en grands ellipsoïdes aplatis. La patine du calcaire est jaune, sa pâte bleu-clair, parfois légèrement spathique. A la surface des bancs, on voit de nombreux *Cancellophycus scoparius* THIOLL., des fucoides, des bélemnites, des tiges d'encrines et des ammonites. K. HUBER y signale les espèces suivantes: *Phylloceras mediterraneum* NEUMAYR, *Lytoceras adeloïdes* KUDERNATSCH, *Cadomites pyritosus* QUENST.

Cette faune fait partie de la zone à *A. humphriesi* Sow., c'est-à-dire d'âge bajocien moyen.

Nous n'avons pas trouvé de preuve de l'existence du Bathonien.

2^o Dogger: Faciès Nord. Ce faciès n'existe, sur notre territoire, qu'à un seul endroit, au Mülkerblatten, montagne du versant gauche de la vallée de la Lenk. Il forme une charnière synclinale couchée et ouverte au N. Le Dogger repose sur l'Aalénien que supporte directement le Trias de base de la nappe.

Le flanc normal du synclinal présente la coupe suivante, en remontant le pâturage de Betelberg: reposant sur le Trias, on voit d'abord l'Aalénien typique (schistes argileux noirs, micacés), avec ses petites lentilles de calcaire dur si caractéristique. Puis, à mesure que l'on s'élève dans la série, on remarque que la taille des micas grossit; en même temps les schistes se chargent de sable, le faciès devient plus détritique. 400 m. au S du sommet des Mülkerblatten, à la cote 1860 m., des bancs de calcaire spathique très gréseux, épais de 10 à 20 cm., s'intercalent dans la série. Au sommet, l'ensemble redevient essentiellement schisteux, clair, avec quelques lentilles gréseuses à nodules phosphatés et de nombreuses bélemnites indéterminables. Toutefois, nous avons trouvé à ce niveau une bélemnite de très grande taille qui est très probablement *Belemnites giganteus* SCHLOTHEIM. Nous considérons l'ensemble des terrains compris entre l'Aalénien typique et le sommet de la zone schisteuse à bélemnites comme d'âge Bajocien. La puissance de cet étage est d'environ 60 m.

Le Bathonien est représenté par une trentaine de mètres de calcaire spathique, gréseux et sombre en bancs de 2 m. d'épaisseur, séparés par des délits de 20 cm. de puissance, constitués par des schistes gréseux et des calcaires spathiques noirs. Cet étage n'est pas fossilifère; l'âge de ce calcaire n'est donc pas certain.

Chapitre 5

Jurassique supérieur

1^o Callovien-Oxfordien. Cet étage est largement représenté sur notre territoire. Il se présente sous forme d'un ensemble de schistes marneux tendres, généralement beiges, rarement sombres et contenant de petits nodules ou bancs de calcaire noir. On y trouve fréquemment des ammonites souvent brisées et mal conservées.

Nous y avons trouvé les espèces suivantes :

Sowerbyceras tortisulcatum D'ORB.
Sowerbyceras protortisulcatum POMP.
Phylloceras antecedens D'ORB.
Peltoceras arduennense D'ORB.
Peltoceras Eugeni RASP.
Cosmoceras Jason? REIN.
Aspidoceras babe anum D'ORB.
Cardioceras cordatum SOW.
Quenstedticeras Lamberti SOW.
Quenstedticeras Henrici var. *Brasili* DOUV.
Oppelia Rollieri DE LOR.
Perisphinctes SOW. (jeunes).
Perisphinctes aff. *Bonjouri* DE LOR.
Perisphinctes sp. ind.
et des bélemnites.

Cette faune indique un âge uniquement Oxfordien.

K. HUBER (23, p. 73) signale une faune très semblable de l'Oxfordien de la vallée d'Adelboden. Il s'y ajoute quelques espèces caractéristiques du Callovien supérieur dont *Hecticoceras hecticum* REIN. trouvées dans des sédiments inséparables lithologiquement de ceux de l'Oxfordien.

Bien que nous n'ayons pas trouvé de formes calloviennes sur notre territoire, il est fort probable que cet étage y accompagne l'Oxfordien; aussi adoptons-nous pour cet ensemble marneux le terme de Callovo-Oxfordien.

Dans la région de Stiegelberg, on trouve le Callovo-Oxfordien en contact avec le Dogger. Le contact est brutal comme il est de règle dans les Préalpes internes entre une formation relativement rigide comme le Dogger et une masse plus plastique (Callovo-Oxfordien).

Il en est de même de la limite Oxfordien-«Malm». Mais ce dernier étant formé de calcaires très rigides, le caractère tectonique du contact est plus accusé que dans le cas précédent.

2^o Jurassique supérieur calcaire. De l'Argovien au Tithonique, le Jurassique présente un faciès uniquement calcaire, manifestant une indépendance tectonique relativement aux terrains moins rigides qui l'entourent. Nous emploierons par la suite le terme «Malm» pour ce Jurassique supérieur calcaire. Le Malm forme de nombreuses lentilles souvent enrobées dans les marnes de l'Oxfordien ou recouvertes de Flysch transgressif. Il est abondant surtout dans la vallée de la Simme où il se marque dans la topographie par des parois verticales. La stratigraphie du «Malm» sur notre territoire rappelle celle des Préalpes externes (voir E. GAGNEBIN, 18). On y distingue les étages suivants :

3^o Argovien et Séquanien. Calcaire noduleux, à patine blanchâtre, à pâte généralement claire. On y voit des ammonites souvent mal conservées.

Cependant au Stand, 750 m. au SE de la Lenk, M. LUGEON a récolté et déterminé une riche faune dans ces niveaux. Les fossiles sont exposés au Musée de Lausanne. Citons pour l'Argovien: *Phylloceras tortisulcatum* D'ORB.; pour le Séquanien :

Perisphinctes bifurcatus QUENST.
Perisphinctes Tiziani OPP.
Taramelliceras tricristatum OPP.
Taramelliceras pseudo-flexuosum FAVRE.
Taramelliceras Hauffianum OPP.
Sowerbyceras protortisulcatum POMP.
Aptychus sparsilamellosus GÜ.
Aptychus latus PARK.

Le Séquanien passe verticalement au Kimeridgien.

4° Kimeridgien. Calcaire compact, souvent à silex, en bancs généralement minces. La patine du calcaire est claire et sa pâte foncée.

5° Tithonique. Calcaire compact à radiolaires silicifiés et à *Calpionella alpina* LORENZ. Le Tithonique forme souvent des lentilles indépendantes du reste du Malm. Citons à titre d'exemple la lentille de Tithonique de l'arête de Pommern (voir p. 16) et celle de la Holzersfluh (voir p. 46), 2 km. au NW du Niesenhorn.

Le Tithonique qui devrait couronner les parois de Malm a été généralement enlevé par les transgressions successives du Maestrichtien et de l'Eocène.

On n'observe nulle part dans notre secteur des Préalpes internes de passage entre le Malm et le Néocomien. Nous verrons par la suite que, sur notre territoire, ces deux terrains ne font pas partie de la même nappe.

Les seuls sédiments plus jeunes qui se lient stratigraphiquement au Malm sont des terrains transgressifs, généralement du Flysch éocène et en un endroit (au Regenbolshorn) du Maestrichtien.

6° Malm sporadique. Mentionnons encore dans ce chapitre des calcaires compacts, lenticulaires que nous attribuons avec doute au Malm. Dans la partie W de notre territoire (arête de Krinnen), nous avons cartographié une alternance de bandes d'Aalénien et de Flysch éocène. En trois points (col de Brandsberg, arête Krinnen-Walliser Windspillen, 500 m. à l'E du chalet 1524 de Krinnen, et à Weisstannegg), on constate l'existence entre le Flysch et l'Aalénien, de lentilles calcaires de faibles dimensions, 100 m. de longueur au maximum. Il s'agit d'un calcaire compact, à grain très fin, souvent marmorisé et à patine bleu-clair. Nous y avons découvert un aptychus, quelques fragments de bélemnites. Sous le microscope, on remarque dans la pâte des radiolaires calcifiés. Ce calcaire rappelle beaucoup le Malm et nous l'avons cartographié comme tel. Ces lentilles de Jurassique seraient des lambeaux épargnés par la transgression du Flysch. Environ 650 m. à l'est du chalet coté 1524 de Krinnen et situé sur le glissement de Äusser-Saaligraben, un de ces lambeaux de Malm est recouvert par une brèche de transgression du Flysch. Cette brèche contient des éléments calcaires et cristallins.

Chapitre 6

Crétacé

1° Valanginien. Calcaire clair en bancs de 10 à 20 cm. alternant avec des schistes bleutés. Le calcaire est légèrement argileux, à grain fin. On y remarque fréquemment des spicules d'éponge et des radiolaires calcifiés. On n'y trouve guère d'autres fossiles à part quelques bélemnites mal conservées. Il passe graduellement à l'Hauterivien.

2° Hauterivien; se distingue du Valanginien par sa teneur plus élevée en silice. Les bancs calcaires ont une patine rousse et une pâte bleue.

3° Barrémien. Alternance de marnes schisteuses grises, de calcaire à grain fin bleuté et de calcaire zoogène. Ce dernier forme parfois des zones assez épaisses (plusieurs mètres), sorte de récifs constitués par des bryozoaires, des miliolidés, des coraux, des algues calcaires (*Diplopora Mühlbergi* LORENZ) et de petites orbitolines coniques (*Orbitolina conulus* DOUV.).

La succession que nous venons de décrire s'observe en montant le chemin du Rätzliberg, 5 km. au SE de la Lenk (voir p. 25).

De ces trois terrains, seul le Barrémien est paléontologiquement daté sur notre territoire. Le Valanginien et l'Hauterivien le sont par comparaisons lithologiques avec les terrains du Néocomien fossilifère des Préalpes bordières et de la région du Rawil.

4° Turonien. Calcaire sublithographique à patine blanchâtre et pâte claire contenant des rosalines (*Globotruncana Linnei* D'ORB.) des globigérines et des prismes d'inocerames. Il est possible que ces calcaires à rosalines soient partiellement plus jeunes (Sénonien inférieur), *Globotruncana Linnei* existant du Turonien au Sénonien supérieur. Le Turonien ne se trouve jamais sur notre territoire en liaison stratigraphique avec des sédiments plus anciens. Au Metschstand (rive droite de la Simme, 1 km. au S du Hahnenmoos), on voit le Turonien en contact avec du Maestrichtien sans que l'on observe de passage graduel de l'un à l'autre. Le contact est probablement tectonique.

5° Maestrichtien. Couches de Wang. C'est l'ensemble nommé «couches de Wang» par les géologues suisses. Calcaire sombre, siliceux et marneux, tout recoupé de veines de calcite, dégageant à la cassure une odeur d'hydrocarbure. La patine de la roche varie d'un gris-bleu au jaune.

On y trouve des *Jeremina Pfenderae* LUGEON abondantes surtout dans les zones plus calcaires des couches de Wang.

6° Maestrichtien transgressif sur le Malm. On voit au Regenbolshorn, une zone de «couches de Wang» intercalée entre deux séries de Malm, transgressant sur le Malm de dessous. Ce phénomène fut décrit en 1920 par ARNOLD HEIM (16). Les «couches de Wang» débutent par une brèche de base à éléments de Malm. Plus haut, elles sont tout à fait identiques à celles de la Plaine Morte, sauf que nous n'y avons pas trouvé les serpules si caractéristiques. On y trouve par contre de gros foraminifères arénacés de la famille des *Lituolidae*, appartenant au genre *Haplophragmium*.

Chapitre 7

Eocène

L'Eocène est largement représenté sur notre territoire. Il affecte le faciès Flysch et transgresse fortement sur les terrains plus anciens.

Dans la région du Metschstand (versant droit de la vallée de la Simme) le Flysch transgresse sur le Turonien.

Dans la zone S au pied des Hautes Alpes calcaires, il transgresse sur le Jurassique supérieur.

Enfin dans la région de Lauenen-col de Krinnen, il repose sur l'Aalénien.

Nous décrirons chacun de ces Flysch, car nous verrons par la suite qu'ils se répartissent suivant trois unités tectoniques différentes, soit la nappe de la Plaine Morte, du Mont Bonvin et du Laubhorn.

1° Flysch en liaison avec le Crétacé. Ce n'est que dans la région du Metschstand (au S du Hahnenmoos) que l'on trouve du Flysch en liaison avec le Crétacé. Il est surtout développé sur le versant E de la montagne où il a été décrit par W. LEUPOLD (24) et K. HUBER (23, p. 58—60).

Au Blattihorn, pt. 2014 de Metschstand (voir K. HUBER, 23, p. 58), le Flysch reposant en transgression sur du Turonien, a la composition suivante: à la base, du grès glauconieux contenant des fragments d'aphte. Puis une intercalation de calcaire clair, des grès et des conglomérats à éléments de granite vert, enfin du «Wildflysch», schistes bruns ou noirs contenant des blocs de quartzite, de brèches à lithothamnies et orthophragmines et de grès granitoïdes.

K. HUBER signale dans la même région (23, p. 59) la présence, dans un grès intercalé dans les couches de Wang, de grandes nummulites dont *N. Millicaput* BOUBÉ. Le Flysch de la nappe de la Plaine Morte est donc partiellement Lutétien. Il est possible, comme le pense W. LEUPOLD (24), qu'il débute au Paléocène.

2^o Flysch en liaison avec le Jurassique supérieur. L'Eocène se présente sous un faciès Flysch assez banal, alternance de schistes argileux et de grès fins ou grossiers, micacés. Parfois les grès ont un ciment calcaire bien développé. On y trouve alors des algues calcaires *Lithothamnium*, des petites nummulites et des orthophragmines. Ces petites nummulites ne sont pas déterminables, aussi ne pouvons-nous pas préciser l'âge de ce Flysch.

Le Flysch débute souvent par une brèche de transgression à éléments divers: roches cristallines, fragments calcaires du Crétacé et surtout du Malm. Elle repose généralement sur le Malm, et nous avons observé cette transgression aux points suivants: au Rätzliberg, à l'Ober Laubhorn, au chalet de Ritzli dans le vallon de Stiegelberg (1 km. à l'E du Rothorn), à Spitzenegg (3 km. au S de Lauenen) et au sommet des Walliser Windspillen.

Ailleurs le Flysch repose directement sur le Callovien-Oxfordien, et les lentilles de Malm sont les seuls témoins des sédiments plus jeunes de la nappe, conservés par endroits sous le plan de transgression.

3^o Flysch en liaison avec l'Aalénien. Parmi les affleurements de Flysch en liaison avec l'Aalénien, il en est deux qui présentent des coupes particulièrement démonstratives: la paroi de Fluh (1 km. au SE de Lauenen, rive droite de la vallée) et celle qui domine au NW le petit col de Brandsberg (entre le col de Krinnen et les Walliser Windspillen). Les autres bandes de Flysch ne forment que de mauvais affleurements, fragments de grès et de conglomérats parsemant les pentes.

La paroi de Fluh est constituée par deux zones de Flysch, chacune reposant sur de l'Aalénien à Posidonomies. Le Flysch supérieur débute par:

a) Un niveau de schistes peu micacés et assez pyriteux, enrobant des blocs de grès micacés, de grès blancs légèrement spathiques, et des lentilles de brèches fines à éléments cristallins.

b) Ce niveau est dominé par une paroi taillée dans une brèche à éléments de grande taille, pris dans un ciment sableux ou argileux extrêmement réduit. Parmi les éléments de la brèche, on remarque: des calcaires compacts à silex (Malm ?), du calcaire spathique à sable dolomitique (Lias ?), des grès fins, etc. Dans le ciment, nous avons trouvé quelques petites nummulites, 300 m. plus au NW, au confluent du Schwarzbächli et du ruisseau S de Egg. Plus haut, la brèche passe graduellement à une alternance de grès micacés (en bancs de 5 à 10 cm.) et de schistes. Le Flysch repose en transgression sur l'Aalénien.

Le Flysch inférieur est d'une épaisseur moindre que celui décrit ci-dessus, tout en ayant une constitution analogue. Il contient également des petites nummulites indéterminables.

Au col de Brandsberg, on observe la succession suivante: reposant sur l'Aalénien, à la base, 10 m. de schistes contenant des niveaux de brèches schistoïdes, à éléments polygéniques de 1 cm. au maximum. Parmi les éléments, notons des gros grains de quartz, du calcaire dolomitique, du calcaire noir, des schistes cristallins verts. Au-dessus viennent des grès micacés en bancs de 10 à 20 cm. alternant avec des schistes argileux (épaisseur de ce niveau 8 m.). Au sommet enfin les schistes diminuent, les grès deviennent plus calcaires. Puis, les schistes disparaissent, on a alors des calcaires sableux en bancs de 10 à 50 cm. Sous le microscope, on voit dans une pâte de calcite claire de gros grains anguleux de quartz et de feldspath; des bryozoaires, des lithothamnies, des rotalides et de petites nummulites. Cette coupe montre le même phénomène que la coupe précédente: un épisode conglomératique à la base, puis une sédimentation de plus en plus tranquille ou moins détritique. Le caractère transgressif de ces Flysch est bien net, ils ne sont pas intercalés tectoniquement dans les terrains de la nappe du Laubhorn, mais en liaison stratigraphique avec eux.

4° Wildflysch. Le Wildflysch ne se rencontre qu'en quelques points de notre secteur. Citons celui des Walliser Windspillen, du torrent de Pöris (affluent de l'Iffigenbach), et de la région de Pomern (versant droit de la vallée de la Simme).

Il est formé d'un ensemble de schistes argileux souvent sombres englobant des lentilles diverses, grès, microbrèches à petites nummulites et orthophragmines, blocs de roches ignées (granites), de Malm et de Turonien.

Chapitre 8

Les nappes des Préalpes internes et leur composition stratigraphique

Nous avons brièvement indiqué dans notre introduction que les Préalpes internes sont formées par trois nappes distinctes, à savoir de bas en haut : la nappe de la Plaine Morte, celle du Mont Bonvin et celle du Laubhorn. Ces nappes ont ceci de particulier que les terrains qui participent à l'une d'entre elles ne se retrouvent généralement pas dans les autres. Cependant certains étages sont communs à toutes ou à deux de ces nappes, par exemple le Flysch et le Maestrichtien.

Nous allons, dans les paragraphes qui suivent, indiquer brièvement les terrains que chaque nappe comprend. L'attribution d'un affleurement à l'une plutôt qu'à l'autre des nappes des Internes est parfois délicate à cause de la complexité structurale extrême de la zone des cols. Il nous faudra anticiper sur la deuxième partie de cette monographie, ce qui ne semble pas très logique, mais qui présente l'avantage de bien préciser pour le lecteur les différences stratigraphiques des éléments tectoniques.

1° La nappe de la Plaine Morte

La nappe de la Plaine Morte découverte par M. LUGEON dans la région du Wildhorn, fut soigneusement définie et décrite par le même auteur dans son mémoire classique sur les Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander (14, p. 252). M. LUGEON décrit dans le Mont Bonvin le synclinal de raccord entre la nappe de la Plaine Morte et celle du Wildhorn, expliquant de ce fait la grande similitude de faciès entre ces deux nappes. Au S, la nappe de la Plaine Morte est formée d'une série renversée, qui se complique en allant vers le N de multiples replis. Dans la zone des cols, elle se segmente par paquets écrasés ou en lentilles isolées, collés sur le substratum haut-alpin ou entraînés au milieu des terrains de la nappe du Mont Bonvin, et même du Laubhorn, dans des positions parfois singulières.

Nous y avons reconnu les terrains suivants : Valanginien, Hauterivien, Barrémien, Turonien, Maestrichtien et Flysch, terrains que nous avons décrits aux chapitres 6 à 7 (voir p. 8 et 9).

C'est donc une série uniquement crétacique et éocène dont certains termes (Mésocrétacé et Sénonien) ne sont pas représentés sur notre territoire. Cette absence est très probablement due à des causes tectoniques.

Cette série est très analogue à celle des lambeaux de recouvrements du Laufbodenhorn, etc. et à celle de la nappe du Wildhorn. Elle représente une sédimentation, généralement profonde. Cette série n'a été que peu entamée par les transgressions du Flysch.

Il n'en fut pas de même dans le bassin sédimentaire de la nappe du Mont Bonvin que nous allons décrire ci-dessous.

2° La nappe du Mont Bonvin

Dans les « lambeaux de recouvrement » de la région du Rawil, la nappe du Mont Bonvin est représentée par des terrains d'âge jurassique surmontés en transgression par du Flysch éocène.

Dans les régions basses (zone des cols), la nappe a une composition semblable. Elle comprend les terrains suivants : Aalénien et Dogger (le premier de faciès « schistes mordorés », voir p. 5, l'autre de faciès à *Cancellophycus*, p. 6), du Callovo-Oxfordien (p. 7), du Malm (p. 7) et deux termes transgressifs : le Maestrichtien (p. 9) et le Flysch (p. 10).

Une question délicate se pose en ce qui concerne l'attribution de l'Aalénien et du Dogger à la nappe

du Mont Bonvin. En effet, ces terrains font partie généralement de la nappe du Laubhorn (voir M. LUGÉON [28], Notice explicative et feuille des Diablerets).

L'Aalénien et le Dogger de la région de Pommern se prolongent sur le versant d'Adelboden où ils forment une écaille (Schuppe V de K. HUBER) indépendante du reste de la nappe du Mont Bonvin. HUBER (23, p. 116) écrit qu'il n'est pas impossible, qu'avant la mise en place des nappes, on ait eu une série normale Aalénien, Dogger, Oxfordien, Malm et Flysch. La série se serait scindée en deux sous-nappes lors du paroxysme alpin. Il place donc l'Aalénien et le Dogger de Pommern dans la nappe du Mont Bonvin. Cela n'est nullement certain, peut-être faudrait-il plutôt les placer dans celle du Laubhorn. La question reste ouverte.

En ce qui concerne les Aaléniens et Doggers des régions du Rothorn, Stiegelberg et Kindbach, c'est-à-dire dans la zone au N de l'anticlinal haut-alpin Niesenhorn-Hohberg, on les voit généralement associés à de l'Oxfordien, du Malm et du Flysch. Il semble difficile, bien qu'on ne voie pas de passage graduel du Dogger au Callovo-Oxfordien, d'attribuer le premier à la nappe du Laubhorn, le second à celle du Mont Bonvin. Nous admettons donc que l'Aalénien et le Dogger de Stiegelberg et du Rothorn font partie de la nappe du Mont Bonvin.

Au Regenbolshorn (1,5 km. au SE du Hahnenmoos) on observe du Maestrichtien (couches de Wang) transgressant sur le Malm (voir ch. 6, alinéa 6, p. 9).

L'Oxfordien et le Malm font toujours partie, dans les Préalpes internes, de la nappe du Mont Bonvin. Les «couches de Wang», d'autre part, se rattachent à la nappe de la Plaine Morte.

Mais au Regenbolshorn, où le Maestrichtien est lié stratigraphiquement au Malm, on est bien obligé de placer ces deux terrains dans la même unité tectonique.

Nous pensons qu'il s'agit là de la nappe du Mont Bonvin, sans pouvoir donner d'arguments décisifs pour justifier cette hypothèse. Ce Maestrichtien du Regenbolshorn serait, à notre connaissance, le seul attribué à la nappe du Mont Bonvin. Cela n'offre rien d'extraordinaire; il semble assez normal que dans deux aires aussi voisines l'une de l'autre (ultrahelvétiques) des sédiments semblables se soient déposés aux mêmes époques. Ce qu'il y a de très intéressant, c'est que ce Maestrichtien soit aussi profondément transgressif dans notre région, qu'il ait décapé tous les sédiments de la nappe du Mont Bonvin jusqu'au Malm, alors que dans d'autres secteurs de la même zone, dans les Alpes vaudoises, le Néocomien et le Gault sont conservés. C'est, en quelque sorte, un prélude de la grande transgression nummulitique indiquant que des mouvements importants commençaient à se dessiner dans le géosynclinal alpin.

Dans la partie SE de la région que nous avons étudiée, on peut observer un phénomène curieux, particulièrement bien visible au Rätzliberg et à l'Ober Laubhorn. La nappe du Mont Bonvin présente de bas en haut la succession suivante: Callovo-Oxfordien, Malm avec Argovien à la base, Callovo-Oxfordien, puis à nouveau le Malm avec son Argovien à la base, enfin le Flysch transgressif débutant par une brèche de base. Une telle coupe peut s'expliquer de deux façons différentes: ou il s'agit d'une mise en écaille de la base de la nappe, résultant de son chevauchement lors de la mise en place des nappes, ou bien des écaillures se seraient formées à la fin du Crétacé puis auraient été partiellement arasées avant la transgression du Flysch. La seconde hypothèse n'est nullement impossible, la transgression des «couches de Wang» démontre l'existence de mouvements importants à la fin du Crétacé. Elle expliquerait pourquoi on ne voit pas de Flysch sur la bande inférieure de Malm.

En résumé, les terrains de la nappe du Mont Bonvin indiquent une sédimentation argileuse et marneuse de mer profonde, de l'Aalénien à l'Oxfordien, suivie d'un épisode calcaire, probablement bathyal au Malm. Les sédiments plus jeunes (Crétacé) et même, par places, le Malm manquent, enlevés par deux transgressions puissantes, celle des «couches de Wang», au Maestrichtien, et celle du Flysch.

Remarque

Nous avons vu dans l'introduction que la nappe de la Tour d'Anzeinde et celle du Mont Bonvin étaient équivalentes. Mais si ces unités proviennent d'une même fosse sédimentaire, leur histoire n'est pas identique. En effet, dans le secteur de la «lame du Néocomien à céphalopodes», les transgressions du Crétacé supérieur et de l'Eocène ne sont guère sensibles, tandis que dans le secteur bernois, elles jouaient un rôle de premier plan.

3° La nappe du Laubhorn

La nappe du Laubhorn qui couvre une surface importante de notre région, a été définie par M. LUGEON dans la montagne de l'Ober Laubhorn (14, p. 357). Nous lui attribuons l'ensemble des terrains compris entre la nappe du Mont Bonvin et la zone mésozoïque de Krinnen [voir M. DE RAAF (25)] qui constitue le noyau de la nappe du Niesen.

La stratigraphie de la nappe du Laubhorn est assez difficile à établir dans notre secteur des Préalpes internes, cela pour les raisons suivantes :

1° Présence d'anticlinaux plongeants ou de lentilles arrachées aux ultrahelvétiques et intercalées dans les séries du Laubhorn.

2° Ecrasements latéraux fréquents.

3° Une certaine indépendance entre les terrains plastiques de la nappe (gypse et Aalénien-Dogger) et les roches résistantes (calcaire dolomitique du Trias et calcaires du Lias inférieur et moyen).

4° Forte érosion pré-éocène dans la partie W de notre territoire.

La nappe du Laubhorn comprend les terrains suivants: Cristallin, Trias, Lias, Dogger, peut-être de l'Oxfordien (dans la région des Mülkerplatten) du Malm? et du Flysch éocène transgressif. Nous avons décrit ces formations au chapitre 1, ch. 2, ch. 3, alinéa 1 à 5 et 8, ch. 4, alinéa 2, ch. 5, alinéa 6 et ch. 7, alinéa 3.

La série stratigraphique de la nappe du Laubhorn implique l'histoire sédimentaire suivante: depuis le Trias on assiste à un approfondissement du géosynclinal, les dépôts passant du calcaire spathique, à gravillon dolomitique (Lias inférieur), à un calcaire siliceux (Lias moyen), puis à des marnes (Toarcien), enfin à des argiles noires (Aalénien). Au Dogger, la sédimentation redevient plus néritique, sableuse. Un nouvel approfondissement de la mer semble correspondre au dépôt de l'Oxfordien (et du Malm?). Ensuite il y a une lacune importante: tout le Crétacé manque, probablement enlevé par des érosions pré-nummulitiques. Ce fait semble indiquer des mouvements épirogéniques et peut-être orogéniques de la phase niesénienne (voir M. LUGEON, 27). Le Flysch en tout cas s'avance en transgression sur une série érodée, dans l'W de notre secteur, jusqu'à l'Aalénien.

Chapitre 9

Considérations sur la stratigraphie des nappes des Préalpes internes

Il est difficile d'établir des comparaisons entre les séries stratigraphiques des différentes nappes des Préalpes internes dans le secteur Lenk-Gsteig. Cela résulte du fait que les terrains qui participent à une nappe ne se retrouvent généralement pas dans les deux autres. En effet, l'âge des formations de la nappe du Laubhorn va du Trias à l'Oxfordien, plus du Flysch transgressif; la nappe du Mont Bonvin comprend les terrains allant de l'Aalénien au Malm, suivi de deux transgressions au Maestrichtien et à l'Eocène; dans la nappe de la Plaine Morte enfin, seul le Crétacé est représenté, accompagné d'Eocène légèrement transgressif.

On peut remarquer néanmoins que, de l'Aalénien au Callovien, les sédiments des nappes du Laubhorn et du Mont Bonvin sont assez semblables, d'un faciès bathyal avec au Bajocien un épisode plus sableux, néritique. Le Bajocien du Laubhorn nous semble le plus nettement néritique dans les Mülkerplatten.

Examinons maintenant le rôle des transgressions des «couches de Wang» et du Flysch.

Et d'abord, la transgression maestrichtienne: dans le géosynclinal de la nappe de la Plaine Morte, la transgression maestrichtienne ne semble pas avoir été très importante. En effet, les calcaires à roselines du Turonien sont fréquents dans cette unité tectonique. Les couches de Wang correspondent à des conditions de dépôts de mer peu profonde, peut-être transgressive comme dans la nappe du Wildhorn, mais, semble-t-il, sans érosion pré-maestrichtienne importante. Plus au S, dans la fosse de la nappe du Mont Bonvin, la transgression des «couches de Wang» était, d'après le seul témoin qui subsiste

(Regenbolshorn), extrêmement marquée. En effet, en tout cas par endroits, les sédiments furent érodés jusqu'au Malm avant la transgression. Nous sommes sans donnée sur ce qui se passait à cette époque dans le domaine de la nappe du Laubhorn, mais plus au S se sédimentaient les énormes brèches du Niesen. Cette transgression maestrichtienne fut précédée de mouvements importants que M. LUGEON appelle la phase niesénienne (27). Leur importance semble décroître du S au N, maximum dans la mer du Niesen, fortement marquée dans le domaine de la nappe du Mont Bonvin, peu dans celui de la Plaine Morte, mais cependant encore sensible dans la nappe du Wildhorn.

Considérons, maintenant, la transgression nummulitique. Sur notre terrain, nous ne connaissons que du Flysch peu transgressif dans la nappe de la Plaine Morte. Dans celle du Mont Bonvin, la transgression éocène joue un rôle très important; partout on voit le Flysch, reposant soit sur le Malm, soit sur les marnes callovo-oxfordiennes. Dans la nappe du Laubhorn, la transgression du Flysch est encore plus marquée. Dans l'E de notre secteur, le Dogger et même le Callovien existent encore, mais à l'W l'érosion pré-éocène a gagné jusqu'aux schistes aaléniens. La mer nummulitique semble s'être avancée sur une surface assez irrégulière. Dans la fosse du Niesen, il ne semble pas qu'il se soit déposé de l'Eocène, son cycle sédimentaire se terminant à la fin du Crétacé. La nappe du Niesen commençait peut-être à se plisser en s'exondant. La transgression éocène semblerait donc s'avancer du N au S, de la nappe de la Plaine Morte à celle du Laubhorn.

Deuxième Partie

Tectonique

Chapitre premier

Introduction

Les unités tectoniques qui forment les Préalpes internes ont été définies par M. LUGEON, et leurs relations figurées dans les coupes générales des «Hautes Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander» (14, pl. VII à X). Nos recherches n'ont fait que confirmer dans leurs grandes lignes les conclusions de M. LUGEON, tout en précisant certains points.

La division de notre secteur de la «zone des cols» par les trois rivières (Simme, Lauibach et Sarine) va nous permettre de grouper la description tectonique en un certain nombre de chapitres, chacun se rapportant à une région naturelle. Nous décrirons successivement :

- 2° l'arête Hahnenmoos–Regenbolshorn et le versant droit de la vallée de la Lenk;
- 3° l'Ober Laubhorn et sa jonction avec la région précédente par le Rätzliberg;
- 4° le versant gauche de la vallée de la Simme;
- 5° l'arête Trüttlisberg–Rothorn;
- 6° le versant droit de la vallée de Lauenen;
- 7° le versant gauche de la vallée de Lauenen;
- 8° l'arête Krinnenpass–Walliser Windspillen et enfin
- 9° le versant droit de la vallée de la Sarine.

Le versant droit de la vallée de la Simme montre une excellente coupe de la «zone des cols», elle nous fournira un schéma tectonique que nous pourrons ensuite poursuivre vers l'W. Ce sera en quelque sorte la clef qui rendra possible l'interprétation du reste de notre territoire ¹⁾.

Chapitre 2

Le versant droit de la vallée de la Simme (Pl. I)

1° L'arête Ammertengrat–Hahnenmoos

K. HUBER, dans son ouvrage «Geologie der Sattelzone bei Adelboden» 1933 (23, p. 52), a donné une description détaillée et fort exacte de cette arête. De l'Ammertengrat au Hahnenmoos, l'arête nous montre la succession suivante (Fig. 1, p. 16) :

- P 1 ²⁾ Les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn sont directement surmontés des couches de Wang, Maestrichtien de la nappe de la Plaine Morte, calcaire plaqueté à *Jereminella Pfenderae* LUGEON. Ce Maestrichtien a une épaisseur d'une centaine de mètres environ et contient à l'arête
- P 2 une lentille de calcaire clair, à pâte fine rappelant le Valanginien. On y voit quelques *Aptychus*.

¹⁾ Dans la description qui va suivre, nous numérotions les terrains de l'arête Ammertengrat–Hahnenmoos du S au N par P 1, P 2, P 3, etc. (P = Pommergrat), pour l'arête Trüttlisbergpass–Rothorn nous utiliserons T 1, T 2, etc. (T = Trüttlisberg) et pour l'arête Krinnenpass–Walliser Windspillen K 1, K 2, etc. (K = Krinnen).

²⁾ Nous désignons par P l'arête de Pommergrat–Hahnenmoos.

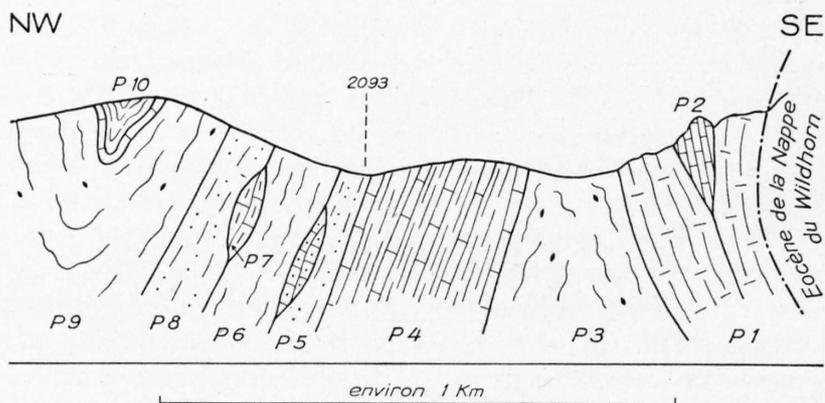


Fig. 1. Coupe du Pommerngrat

- P 3 Schistes argileux noirs à miches de calcaire sombre, dur, parfois limoniteux. Aalénien.
- P 4 Calcaire en bancs de 20 à 30 cm. alternant avec des marnes beiges. Les calcaires ont une pâte bleutée assez claire et une patine jaune. Sur la surface des bancs, on voit de nombreux *Cancellophycus scoparius* THIOLL. Bajocien (voir partie stratigraphique).
- P 5 Schistes sombres, micacés, plus ou moins gréseux, contenant une lentille de grès calcaire à *Discocyclines*. Flysch éocène. C'est dans cette zone de Flysch qu'est taillé le petit col 2093.
- P 6 Oxfordien: schistes marneux, sombres, micacés à intercalations lenticulaires de calcaire dur, *Phylloceras tortisulcatum* D'ORB. La limite nord de l'Oxfordien est marquée d'une lentille de
- P 7 Malm à calpionelles P 7.
- P 8 Flysch contenant de nombreuses lentilles de grès.
- P 9 Masse aalénienne synclinaline dont le cœur est formé d'une mince lame de Bajocien. P 10.
- P 10
- P 11 Voir fig. 2, Wildflysch: schistes argileux contenant des lentilles de grès et des brèches à éléments cristallins.

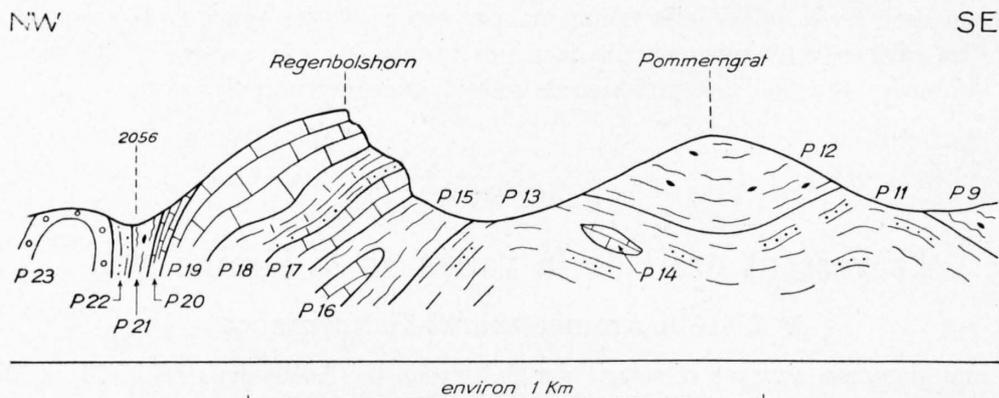


Fig. 2. Coupe Pommerngrat-Regenbolshorn

- P 12 Le sommet non coté de Pommerngrat est formé d'un nouveau synclinal d'Aalénien reposant partout sur le Wildflysch.
- P 13 Wildflysch: schistes noirs et grès micacés accompagnés de blocs divers (calcaire à miliolles, grès à discocyclines, brèche à éléments cristallins); on y remarque une grosse lentille de Malm
- P 14 (P 14).

ARN. HEIM (16) a donné une description très exacte de l'arête S du Regenbolshorn. Il indique la succession suivante de bas en haut:

- P 15 — Une cinquantaine de mètres d'Oxfordien, marnes jaunâtres alternant avec des bancs de
P 16 calcaire compact. Il s'y intercale sur le versant W une lentille de Malm (P 16).
P 17 10—12 m. de Séquanien, calcaire noduleux à *Lytoceras* et bélemnites.
20 m Kimeridgien. Calcaire en bancs minces.
P 18 Couches de Wang (Maestrichtien) débutant par un conglomérat de base, à éléments de
Malm (0,6 m.) surmonté d'un banc de 0,2 m. contenant de nombreux foraminifères arénacés
(*Haplophragmium grande* REUSS). Puis vient une quinzaine de mètres de couches de Wang schis-
teuses, typiques. C'est le seul endroit des «Préalpes internes» où le Maestrichtien repose en trans-
gression sur le Malm.
P 19 Malm du sommet du Regenbolshorn. Il forme une grande dalle calcaire plongeant au N.
Dans la région du petit col au N du Regenbolshorn, coté 2056, les affleurements sont assez
mauvais. On y remarque du S au N:
P 20 Des calcaires plaquetés, brunâtres, fétides, assez recristallisés: Maestrichtien, accompagné
de fragments de calcaire à *Orbitolina cf. conulus* Douv. Barrémien.

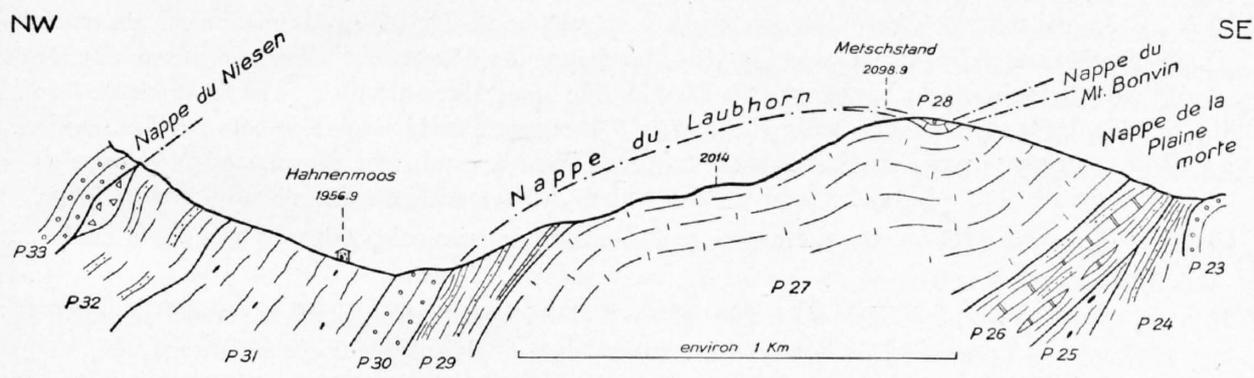


Fig. 3. Coupe Metschstand-Hahnenmoos

- P 21 Affleurant au col 2056 lui-même, on observe des schistes argileux noirs, à miches de cal-
caire pyriteux. C'est l'Aalénien.
P 22 Flysch: schistes marno-gréseux, micacés, contenant des lentilles de grès à lithothammies et
petites nummulites, de quartzite blanc et de brèche.
P 23 Calcaires dolomitiques et cornieule. C'est le Trias. Nous verrons que, sur le versant droit
de la vallée de la Lenk, il enveloppe une épaisse série liasique. A l'arête, il est donc en fermeture
synclinale renversée. Le Trias forme un petit sommet non coté sur la carte, et dont l'altitude
est d'environ 2105 m.
P 24 Au N du Trias, nous retrouvons une zone de Flysch, c'est le même Flysch que celui qui
flanque le Trias au SE (P 22). Il enveloppe la charnière triasique (Fig. 3).
Les affleurements sont ensuite peu nets. Sur le versant W reposant sur le Flysch (P 24),
avec à la cote 2000, une lentille de Malm à la base, on voit du Flysch schisto-gréseux supportant
P 25 un ensemble de schistes mordorés aaléniens (P 25). Ce terrain ne se poursuit pas à l'arête.
P 26 Le Flysch (P 24) est surmonté de 8 m. de calcaire clair, à Rosalines (Turonien), sur lequel
transgresse du Flysch schisto-gréseux sombre. Cela est surtout visible sur le versant d'Adel-
boden, sur celui de la Lenk les affleurements étant mauvais.
P 27 A la cote 2100, le Maestrichtien commence; il se maintient à l'arête jusqu'à 100 m. au N
du petit sommet coté 2014 m. Les «couches de Wang» sont assez variables d'aspect. Générale-
ment, le Maestrichtien a un faciès calcaire, plaqueté, à patine bleutée ou jaunâtre, souvent calcitisé
et dégageant une odeur d'hydrocarbure quand on le casse. Parfois, il est plus marneux, brun
sombre. Les variétés calcaires sont les plus riches en *Jereminella Pfenderae* LUGEON.

Sur le Maestrichtien du Metschstand, qui appartient à la nappe de la Plaine Morte, existent deux petits lambeaux de recouvrement, découverts par M. LUGEON.

P 28 Le premier est situé légèrement sur le versant d'Adelboden, 100 m. environ à l'ESE du sommet 2098,9 du Metschstand. Il est formé d'une petite lame synclinale de Malm de 1 m. de puissance contenant un peu de calcaire dolomitique du Trias. Le Malm appartient à la nappe du Mont Bonvin. Le Trias fait partie de la nappe du Laubhorn et se relie au Trias (P 30) qui supporte l'Aalénien des cols.

Le deuxième lambeau de recouvrement se trouve exactement à l'W du sommet 2098,9 du Metschstand, à la cote 2020 m. Il est constitué par du Malm et de l'Oxfordien reposant sur les «Couches de Wang». Ce lambeau appartient à la nappe du Mont Bonvin.

P 29 100 m. au N du pt. 2014 affleure le Flysch. Le contact avec les couches de Wang sous-jacentes est bien visible. Dès la cote 1990 m., la pente de l'arête est parsemée de débris de grès micacés. Ces débris marquent le passage d'une zone de Flysch, qui occupe l'arête jusqu'à la cote 1940. Le Flysch se coince rapidement sur le versant W. Il est d'abord caché par de la moraine, puis dans le torrent 300 m. à l'W du pt. 1821,1, on constate qu'il n'existe plus.

P 30 Le col non coté (cote 1930 m. environ au sud-est de l'hôtel du Hahnenmoos) est marqué de nombreuses dolines; par place, on voit des fragments de cornieule. C'est le passage du Trias de base de la nappe du Laubhorn. Ce Trias (P 30), épais d'une dizaine de mètres supporte l'Aalénien du Hahnenmoos, dit «Aalénien des cols».

P 31 Il occupe l'arête jusqu'à la cote 1960 m. environ. Il est représenté par des schistes argileux noirs, micacés, contenant des miches de calcaire pyriteux, dense. Par places, les schistes deviennent légèrement gréseux.

P 33 A la cote 1965 m commence une nouvelle zone de cornieule, Trias de base de la nappe du Niesen.

P 32 Sur le versant d'Adelboden, 200 m. au N de l'hôtel du Hahnenmoos (1956,9), immédiatement sous le Trias basal de la nappe du Niesen, on voit des grès micacés affleurant mal, et une grosse lentille d'une centaine de mètres cubes, d'une brèche d'aspect bizarre à éléments calcaires. Les éléments (de 1 à 30 cm.) de la brèche sont les suivants: calcaire à radiolaires et calpionelles, calcaire oolithique et calcaire dolomitique. Le ciment est fait de calcite claire et contient des cristaux de quartz, de plagioclase et de rares textulaires. L'âge de cette brèche est indéterminé. Peut-être s'agit-il d'une brèche du Flysch, cette lentille étant environnée de grès micacés.

Ce Flysch P 32 est probablement l'équivalent du Flysch d'Ochsenweid de M. DE RAAF (25, p. 50).

Voyons comment les différents terrains que nous venons de décrire se poursuivent sur le flanc de la vallée. Ensuite seulement nous pourrions essayer d'en expliquer la structure tectonique.

2° Le synclinal triasico-liasique

M. LUGEON, dans son ouvrage sur les Hautes-Alpes calcaires entre la Lizerne et la Kander (14, pl. VII), a figuré sur la rive droite de la Simme un vaste synclinal couché à cœur liasique entouré de Trias. Le synclinal se ferme au S et s'écrase au N au voisinage du village de la Lenk. Nos recherches n'ont fait que confirmer ces observations.

Nous avons indiqué la présence à l'arête d'une voûte de calcaire dolomitique triasique (P 23), voir fig. 2, p. 16, et pl. 1, coupe 1); c'est la fermeture du synclinal renversé. Si du petit sommet non coté, d'altitude 2105 m. environ, nous suivons vers le S le Trias du flanc normal du synclinal, nous le voyons qui plonge fortement, longeant la rive droite du Pommernbach; à la cote 1800 m., il repose sur du Flysch; plus bas, la rive gauche est envahie de glaciaire. A la cote 1560, le Flysch réapparaît dans le lit du ruisseau, supportant toujours le Trias dont la puissance à cet endroit est d'une vingtaine de mètres. A 1440 m., l'Oxfordien, contenant une lentille de Malm, occupe le fond du torrent; le Flysch a passé sur le versant droit du ravin, toujours surmonté du Trias, formé à la base de cornieule et au sommet de calcaire dolomitique. Plus haut affleurent les calcaires spathiques du Lias inférieur. On peut suivre le

Trias jusque dans l'éraillure au N du P de Pommernbach (à la cote 1300); il disparaît ensuite sous le glaciaire.

Dans la région de Zelg, au pied du versant, 3,5 km. au SSE de la Lenk, la cote du Trias doit être inférieure à celle de la plaine alluviale de la Simme; en effet, dans le torrent de Sumpf (n° 7)¹⁾, 300 m. au N de Zelg, les premières roches qui affleurent sont les calcaires siliceux et spathiques du Pliensbachien. Il en est de même dans le Rotenbach (n° 6). Plus en aval, on voit, au bord de la plaine, une tufière indiquant la remontée du Trias.

Le Metschgraben (n° 5) montre la coupe suivante: de 1140 à 1220, alternance de marnes et de schistes gréseux micacés, sombres à miches calcaires: Aalénien. De 1220 à 1260 m., grès micacés en bancs de 5 à 100 cm. interstratifiés avec des schistes argileux (Flysch). L'Aalénien et le Flysch appartiennent à la nappe du Mont Bonvin. Dès 1260 débute le Lias moyen, avec des calcaires en gros bancs. Le contact avec le Flysch est mécanique. Le Lias inférieur et le Trias sont donc écrasés.

Dans le torrent (n° 4) du Bühlberg, la limite entre les nappes du Mont Bonvin et du Laubhorn passe à la cote 1300, marquée sur la rive droite du torrent par de la cornieule. On la retrouve, dans le torrent suivant (n° 3), à la cote 1235. Plus au N, on ne retrouve plus d'affleurement, ni de Trias, ni de Lias calcaire. Le versant de Brand, à l'E de la Lenk, est entièrement recouvert par des dépôts morainiques. Il est assez probable que, dans cette région, le synclinal triasico-liasique diminue fortement de puissance; peut-être s'écrase-t-il complètement. Le mouvement ascendant de la nappe du Mont Bonvin et du Trias de base de celle du Laubhorn, entre le Rottenbach et Brand, est conditionné par la remontée d'un anticlinal de la nappe du Wildhorn (anticlinal de la Lenk) dont l'arrivée au jour détermine la «fenêtre de la Lenk».

Le Trias du flanc renversé du synclinal traverse le torrent de Brand (n° 3), à la cote 1420 m., celui du Bühlberg à la cote 1460 m.; dans le Metschgraben, on ne le voit pas affleurer, mais une doline en marque le passage à la cote 1680 m. La cornieule réapparaît dans les pentes du Metschberg à la cote 1780 m., et rejoint de là par un affleurement continu le pt. 2105 m. de l'arête.

La puissance apparente du synclinal triasico-liasique est maximum dans la région de Sumpf et décroît en direction du N comme le montre les chiffres suivants:

Torrent (n° 7) de Sumpf: épaisseur plus de . . .	720 m.
Torrent (n° 6) S du Metsch: épaisseur	600 m.
Metschgraben (n° 5): épaisseur	400 m.
Torrent de Bühlberg (n° 4): épaisseur	180 m.
Torrent (n° 3) au S de Brand: épaisseur	190 m.

Le Trias enveloppe une grosse masse liasique qui forme le cœur du synclinal. Dans la région du Metschhorn, faisant suite au Trias, on a des lumachelles (Rhétien), puis des calcaires spathiques, clairs à la base et contenant des sables quartzueux (grains de 1 à 3 mm.) et dolomitiques, sombres au sommet et sans éléments détritiques. K. HUBER y signale (23, p. 65) *Aegoceras bispinatum* GEYER, *Aegoceras praecursor* GEYER et *Gryphaea obliqua* Sow. L'âge de ces calcaires est donc lotharingien. L'Hettangien et le Sinémurien ne seraient donc pas représentés.

Le Rhétien et le Lotharingien n'existent que sporadiquement sur le pourtour du synclinal. La grande masse du noyau est formée de calcaire siliceux légèrement spathique. Souvent c'est une alter-

¹⁾ Pour éviter toute confusion entre les torrents du versant droit de la vallée de la Simme, nous les avons numérotés de 1 à 8 et cela en suivant le bord E de la feuille Lenk du N au S.

Le torrent n° 1 au S de Gutenbrunnen.

Les torrents de Seitenwald n° 2, 2 A, 2 B, 2 C et 2 D.

Le torrent n° 3 passe à 250 m. au N de l'auberge de Bühlberg et se jette dans la Simme 200 m. au N de la colline de Birgbühl (1098,2).

Le torrent n° 4 est celui qui coule à 250 m. au S de Bühlberg.

Le torrent n° 5 (Metschgraben) se situe au N de la région de Metsch et atteint le bord de la carte à la latitude 144.

Le torrent n° 6 et son affluent 6 A traverse la région de Metsch.

Le torrent n° 7 est le Sumpfbach et le n° 8 le Pommernbach.

nance de marnes et de calcaire à patine bleutée ou brunâtre, montrant des taches plus sombres (argileuses), sur la cassure humide. Parfois les marnes prédominent. Dans ces formations, nous n'avons pas trouvé de fossiles. Mais par analogie avec l'Ober Laubhorn, où elles sont datées, nous les classons dans le Pliensbachien et Toarcien. Peut-être le Toarcien correspond-il aux zones essentiellement marneuses. C'est possible, mais en l'absence de preuve paléontologique, nous avons cartographié les deux étages comme un tout.

L'Aalénien joue un rôle très restreint dans le synclinal triasico-liasique. Dans le ruisseau S de Bühlberg on observe, à l'endroit où le chemin de Metsch traverse la gorge (cote 1280), une zone de schistes argileux noirs, micacés à miches de calcaire sombre, pyriteux. M. LUGEON qui a découvert cet affleurement y signale des Posidonomes. C'est donc bien de l'Aalénien. La zone aalénienne n'a qu'une dizaine de mètres de puissance; ses contacts avec le Toarcien encaissant ont un caractère tectonique.

La même zone aalénienne se retrouve plus au S, dans le Metschgraben, à la cote 1380.

Enfin M. LUGEON m'a indiqué un troisième affleurement aalénien dans le Sumpfbach vers la cote 1720. Ce dernier affleurement d'Aalénien se trouve donc proche du Trias du flanc renversé, tandis que les deux premiers se situaient vers la base du flanc normal du synclinal triasico-liasique.

Il existe au musée de Lausanne un *Hildoceras bifrons* D'ORB. récolté en 1921 par M. FEUILLETAU DE BRUYN prouvant l'existence du Toarcien. Cette ammonite provient de la région de Sumpf, donc du cœur du synclinal.

Le synclinal triasico-liasique, si bien représenté sur la rive droite de la Simme, ne se retrouve pas sur le versant d'Adelboden. M. LUGEON (17) expliquait ce curieux phénomène par un changement de direction de l'axe de la charnière synclinale, qui, de SW-NE dans l'Ober Laubhorn, deviendrait SE-NW sous le Metschstand.

Actuellement il incline vers une autre explication, ne faisant plus intervenir un changement de direction du synclinal, mais un rapide écrasement au NE vers la profondeur.

Il est probable que les deux phénomènes jouent à la fois, en même temps que l'axe de la charnière s'incurve vers le N, le synclinal s'écrase rapidement en approchant du plan de chevauchement de la nappe du Niesen.

3° Les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin en repos normal sur celle du Wildhorn

Région de Pommern et pied du versant droit de la Simme (Pl. I)

La région de l'Alpe de Pommern, au-dessous de la courbe de niveau de 1800 m. environ, est entièrement recouverte d'un épais manteau morainique; cela de l'Ammertenbach au Pommernbach. Dans le bassin du premier de ces torrents se voient de nombreux vallums morainiques, marquant des stades de retrait d'un glacier débouchant de l'Ammertentäli.

Si, du chalet supérieur (cote 1800 m.) de Pommern, on prend le sentier qui mène à Wengi puis au Metschhorn, on traverse d'abord du Flysch schisto-gréseux, puis dès la cote 1860 m., de l'Oxfordien, qui est la continuation de l'Oxfordien (P 15) de l'arête. On arrive ensuite au chalet de Wengi (1876 m.) bâti sur une dalle de Malm. Ce Malm forme probablement une lentille plongeante qui s'effile vers le haut et se coince finalement dans les marnes oxfordiennes (P 15).

Une vingtaine de mètres au N du chalet, le Malm disparaît sous une nouvelle zone oxfordienne (P 15 de l'arête). L'Oxfordien supporte, au point où le sentier franchit un tributaire du Pommernbach, une nouvelle zone de Malm peu épaisse (P 16) que nous considérons comme le prolongement du Malm P 16. En continuant le sentier, on atteint une mince bande de Flysch schisto-gréseux à petites nummulites. Ce Flysch transgresse au S sur le Malm P 16; au N, il butte par faille contre l'Aalénien du col 2056. On remarque, le long de cet accident tectonique, un bloc de Malm de quelques mètres cubes. Il s'agit probablement là de l'ultime reste vers le SW du Malm de la base du Regenbolshorn (P 17). Un petit affleurement de «couches de Wang», voisin du sentier, légitime ce raccord. Ce Maestrichtien serait notre niveau P 18 de l'arête.

L'Aalénien du col 2056 se poursuit jusqu'au sentier Wengi-Metschhorn où il s'écrase contre le Trias. Il se coince donc rapidement sur le versant SW. Il en est de même des Aaléniens P 12, P 9 et P 10. Ces deux derniers forment des synclinaux plantés dans la masse de Flysch schisto-gréseux, qui occupe la croupe arrondie dominant les chalets de Pommern. L'Oxfordien P 6 du col 2093 et les deux zones de Flysch qui l'encadrent s'écrasent vers le bas à la cote 1900 m. Le Bajocien (P 4) se prolonge jusqu'au chalet 1916 m. de Pommern et disparaît ensuite sous le glaciaire.

A la cote 2000 m., on remarque sous le Dogger (P 4) une lentille de calcaire à rosalines. Ce Turonien ainsi que les couches de Wang P 1 et la lentille de Valanginien P 2 se rattachent à la nappe de la Plaine Morte qui repose directement en contact avec les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn. Les terrains de la nappe de la Plaine Morte se poursuivent jusqu'à la cote 1940 dans le torrent d'Ammernten qui longe le front de l'anticlinal helvétique Mittaghorn-Ammertenhorn. Mais déjà au S du groupe de chalets d'Ammernten (cote 1501), on trouve une bande de Malm, supportant directement les «schistes nummulitiques» helvétiques. Ce Malm appartient à la nappe du Mont Bonvin et la nappe de la Plaine Morte n'est plus représentée.

Ce Malm épouse la forme du synclinal haut-alpin (d'Iffigen), ressort formant la dalle calcaire de la Birgfluh qui, interrompue par le glaciaire de Staldenweid, réapparaît plus au N au pt. 1688. Mais alors que le Malm du flanc renversé du synclinal était simple, celui du flanc normal est formé de deux zones de Malm superposées, chacune supportée par une bande d'Oxfordien. Le pt. 1688, au SW des chalets de Pommern, est donc situé sur une épaisse dalle de Malm, plongeant au SW et reposant sur les marnes tendres de l'Oxfordien. Sous ce dernier, on retrouve une nouvelle bande de Malm, puis une mince zone oxfordienne, enfin du Crétacé appartenant à la nappe de la Plaine Morte et que nous décrirons plus en détail dans le chapitre suivant, à propos du Rätzliberg. Le Malm inférieur se coince vers le N dans les marnes oxfordiennes.

Peut-être le Malm supérieur se relie-t-il à celui de Wengi? C'est possible, mais le versant entre Wengi et le pt. 1688 étant entièrement recouvert de moraine, on ne peut pas en donner de preuve. On pourrait aussi considérer les Malm du Regenbolshorn-Wengi comme faisant partie d'une tête ou écaïlle anticlinale plongeante, entièrement séparée de la zone Birgfluh-pt. 1688. Cette dernière plonge le long du Pommernbach, les Malm s'écrasent, il n'en reste plus que deux lentilles, visibles dans le torrent aux cotes 1440 et 1200, prises dans les marnes oxfordiennes. Puis elle disparaît sous les alluvions de la plaine d'Oberried et ressort au jour dans le bas du versant de la vallée, entre Rotenbach et Unter der Halten (près de la Lenk).

Dans notre coupe n° 1 (Pl. I), nous avons adopté cette dernière hypothèse.

* Les pentes de la rive droite de la Simme entre le Rotenbach et Unter der Halten sont abruptes et couvertes d'un important placage morainique, qui masque presque partout le substratum, sauf dans les torrents où affleure la roche en place.

Nous avons décrit au chapitre précédent les terrains de la nappe du Mont Bonvin, que l'on observe dans le torrent du Metschgraben (n° 5).

Le torrent (n° 4) au S de Bühlberg montre de bas en haut la succession suivante:

- 1140 à 1160 m. Marnes et grès micacés. Flysch.
- 1160 à 1270 m. Marnes sombres micacées contenant de petits rognons de calcaire dur. Aalénien.
- 1270 à 1290 m. Schistes et grès micacés, déterminant une cascade. Flysch.
- dès 1290 m. Lias de la nappe du Laubhorn.

Dans le torrent au S de Brand (n° 3), la coupe est assez semblable à celle du torrent précédent:

- de 1110 à 1160 m. Schistes sombres micacés à miches de calcaire sombre. Aalénien.
- 1160 à 1180 m. Flysch contenant une lentille de calcaire spathique sableux.
- 1180 à 1200 m. Glaciaire.
- 1200 à 1250 m. Flysch, alternance de grès micacés en bancs minces (3 cm.) et de schistes argileux bruns. Vers 1230, on remarque des replis dans le Flysch.

Au N du ruisseau, on n'a plus d'affleurements continus. On voit par places des lentilles de Malm qui percent le glaciaire. Le plus important de ces affleurements est celui du Stand, 750 m. au SE de la Lenk, en bordure de la plaine. C'est une dalle de calcaire noduleux plongeant de 60° au S. Voir fig. 4.

La dalle est formée par l'Argovien et le Séquanien fossilifère. Le musée de Lausanne possède une belle faune de ce gisement récoltée par M. LUGÉON. Citons pour l'Argovien: *Phylloceras tortisulcatum* D'ORB., pour le Séquanien: *Perisphinctes bifurcatus* QUENST., *P. Tiziani* OPP., *Taramelliceras tricristatum* OPP., *T. pseudo-flexuosum* FAVRE, *T. Hauffianum* OPP., *Sowerbyceras protortisulcatum* POMP., *Aptychus latus* PARK., *A. Sparsilamellosus* GÜMB.

Le sommet de la colline est recouverte de dépôts morainiques. Quelques mètres au N, on trouve un affleurement de calcaire lité à silex, horizontal (Kimeridgien).

En résumé, nous voyons, reposant directement sur le Nummulitique de la nappe du Wildhorn, des amas discontinus de terrains crétaqués, qui appartiennent à la nappe de la Plaine Morte (Wang et

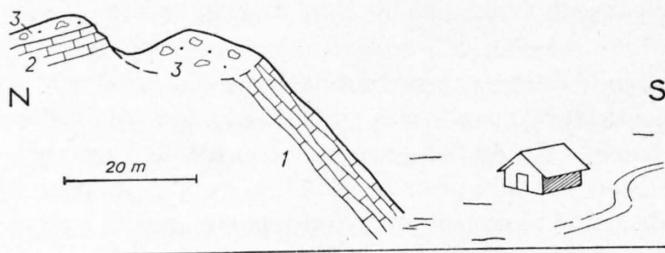


Fig. 4. Coupe du Stand près de la Lenk

1: Argovien et Séquanien. 2: Kiméridgien. 3: Glaciaire

Valangien à l'arête, Crétacé inférieur au N du Rätzliberg). Par-dessus vient une nouvelle unité, la nappe du Mont Bonvin, formée d'Aalénien?, de Jurassique, de Maestrichtien transgressif et de Flysch. Elle épouse dans ses grandes lignes les plis de la nappe du Wildhorn. Au S, son Flysch forme un vaste synclinal (Pommern-Rätzliberg), au N, il supporte le synclinal triasico-liasique de la nappe du Laubhorn. Le synclinal Pommern-Rätzliberg se complique vers le haut d'écaillés anticlinales plongeantes, dont deux

sont formées d'Oxfordien et de Malm (Regenbolshorn-Wengi), avec du Maestrichtien transgressif, et celle du pt. 2098, et les quatre autres uniquement d'Aalénien et de Dogger.

L'Aalénien et le Dogger de la région de Pommern manifestent donc une indépendance vis-à-vis de l'Oxfordien et du Malm. Ils constituent en somme une sous-nappe peut-être du Mont Bonvin (K. HUBER) ou plutôt du Laubhorn.

4° Le pli plongeant des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin

Nous avons vu que le Metschstand est formé essentiellement de Maestrichtien (P. 27) supportant au N une zone de Flysch (P 29) et reposant au S sur une bande de Flysch compliquée de deux traînées de lentilles d'âge turonien. Ce complexe qui fait partie de la nappe de la Plaine Morte est séparé du Trias de la nappe du Laubhorn, au N par le petit lambeau de Malm (P 28) et au S par un ensemble complexe auquel participent de l'Aalénien, de l'Oxfordien, du Malm et du Flysch schisto-gréseux.

Tout cet ensemble descend en écharpe le versant de la vallée, de l'arête aux environs du village de la Lenk. Il repose continuellement sur le Trias du flanc renversé du synclinal triasico-liasique de la nappe du Laubhorn, qui se trouve ainsi complètement enveloppé par les nappes plus profondes.

Examinons comment les terrains des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin se poursuivent de l'arête en direction de la Lenk.

Le Flysch P 24 plonge d'abord fortement en direction des chalets (1805) du Metschhorn. A la cote 1880 m., le plongement diminue, et le Flysch passe presque horizontalement le torrent de Sumpf à la cote 1800 m. Il se poursuit sensiblement horizontal jusqu'au torrent de Metschgraben.

Dans une des branches (dirigée SE-NW) de la partie supérieure du Metschgraben (n° 5), on relève la coupe suivante (à 300 m. au N du chalet, coté 1889 m. de Metschberg):

de 1690 à 1750 m. Flysch, schistes et grès micacés.

de 1750 à 1820 m. Marnes sombres à nodules de calcaire pyriteux. On remarque dans les marnes sombres deux intercalations plus claires (Oxfordien).

de 1820 à 1840 m. Eboulis.

dès 1840 m. Couches de Wang (Maestrichtien).

Au SW du torrent, cote 1800 m., 200 m. au NNW du chalet 1889, on voit s'intercaler entre l'Oxfordien et le Maestrichtien, mais sans contact visible entre eux, du calcaire clair à roselines (Turonien) et du Flysch.

L'affluent N du Metschgraben (passant à 20 m. à l'E du pt. 1728) donne une coupe très différente: directement, sur le Flysch de base (P 24), reposent les couches de Wang (P 27). L'Oxfordien et le Turonien sont donc complètement absents (écrasés?). Le Maestrichtien occupe le ruisseau jusqu'à la confluence (1750 m. au NE du pt. coté 1728). L'affluent de droite (de direction N-S) (300 m. à l'E du pt. 1821,1) montre un ensemble de couches de Wang contenant deux lentilles de Turonien enrobées de Flysch et en contact, à la cote 1800, avec la cornieule (P 30). Dans celui de gauche (de direction E-W), seules les Wang affleurent, à l'exception d'une lentille de calcaire oolithique du Barrémien (cote 1770).

Les affleurements interrompus au N du Metschgraben reprennent dans le torrent au S de Bühlberg. La coupe que montre ce torrent est la suivante, de bas en haut:

- 1430 m. Petit affleurement de cornieule (du flanc renversé du synclinal Laubhorn). Trias.
- 1480 m. Flysch. Puis, pointant sous le glacière, les schistes noirs, micacés de l'Aalénien.
- 1510 m. Schistes argileux et grès grossiers, micacés. Flysch.
- 1520 m. Marnes sombres et calcaires bleu-sombre, calcitisés. Maestrichtien (couches de Wang).
- 1530 m. Dans le lit du torrent (Flysch) avec, sur rive droite, une lentille de calcaire clair, à pâte fine, jaunâtre, ponctuée de radiolaires calcifiés. Malm.
- 1535 m. Maestrichtien qui occupera le torrent jusqu'à la cote 1610 m. Le faciès du Maestrichtien est assez variable. Par place, on a une alternance de marnes sombres, brunâtres et de calcaires bleus ou noirâtres, disloqués, recoupés de veines de calcite et dégageant à la cassure une odeur d'hydrocarbures. Ailleurs, les schistes prédominent.

Dans les zones calcaires, on trouve des *Jereminella Pfenderae* LUGEON.

- 1610 m. Calcaire clair, broyé, à roselines. Turonien. Puis quelques mètres sans affleurement.
- 1620 m. Maestrichtien.
- 1635 m. Turonien à roselines.
- 1640 m. Maestrichtien qui disparaît à 1680 m. sous le glacière.
- 1680 m. Glacière.
- 1700 m. Marnes sombres, micacées, à miches de calcaire dur. Aalénien.
- 1720 m. Glacière.
- 1770 m. Cornieule du Trias (P 30).

Vers les chalets supérieurs de Bühlberg, 150 m. à l'E de l'auberge, cotée 1661, on trouve, au bord du sentier, deux affleurements voisins de faibles dimensions. L'un est un calcaire compact broyé (Malm?), l'autre un calcaire oolithique (Barrémien).

La pente raide à l'W de l'auberge est déterminée par le passage des couches de Wang. Elles surmontent à la cote 1630, mais sans contact visible, deux lames de Turonien enrobées de Flysch. Ces Turoniens se situent en contre-bas du sentier, 100 m. environ au N de l'auberge.

On retrouve un petit affleurement de Maestrichtien, dans le torrent (n° 3) au S de Brand, à la cote 1460 m. Le Trias affleure non loin de là; il semble donc que le Flysch (P 24) et l'Aalénien (P 25) manquent.

Dans l'affluent sud (n° 2 D) des ruisseaux de Seiten à la cote 1460 m., on voit sortir de dessous l'Aalénien glissé un petit pointement de couches de Wang surmontées de Trias (cornieule P 30).

Le sentier qui, du col du Hahnenmoos, mène à la Lenk, suit une croupe recouverte de glacière, dominant la Seitenwald au N. A la cote 1470 m., le Flysch affleure sur le chemin. On le retrouve, plus bas, sur la croupe morainique, cote 1250. Dans une éraillure, une dizaine de mètres au-dessus du torrent de Seiten, cote 1150 m., affleurent les calcaires à serpules du Maestrichtien et le Flysch.

C'est le point le plus au N où l'on puisse voir le pli plongeant des nappes Plaine Morte et Mont Bonvin.

En résumé, cette zone que nous venons de décrire est formée d'un cœur complexe fait principalement de Maestrichtien, et accompagné dessus et dessous de Flysch et de Turonien; c'est la nappe de la Plaine Morte.

Sous elle, on trouve une série renversée Oxfordien, Aalénien et Flysch. Les premiers parfois écrasés, le dernier beaucoup plus constant et en contact direct avec le Trias du synclinal couché du Laubhorn. Sur la lame Plaine Morte repose généralement le Trias (P 30) soutenant l'Aalénien des cols, mais par places un peu d'Oxfordien ou de Flysch (nappe du Mont Bonvin) s'intercale entre les deux. Dans le lambeau de recouvrement du Metschstand, c'est du Malm qui sépare le Trias (P 28—P 30) des couches de Wang (P 27).

La lame de la Plaine Morte est donc entourée de celle du Mont Bonvin, pour former ensemble une lame anticlinale plongeante, plantée dans les terrains de la nappe du Laubhorn, séparant ainsi le synclinal triasico-liasique Metschhorn—Ober Laubhorn de la zone Trias-Aalénien des cols.

5° L'entrée au sol de la nappe du Laubhorn

A l'arête, la nappe du Laubhorn comprend les terrains suivants: à la base, du Trias (cornieule du lambeau de recouvrement P 28 et cornieule P 30) supportant l'Aalénien dit «des cols» P 31, dans lequel est taillé le col du Hahnenmoos. Sur l'Aalénien, on trouve un peu de Flysch (P 32) probablement l'équivalent du Flysch d'Ochsenweid de M. DE RAAF. Par-dessus arrive une nouvelle zone triasique qui appartient à une nappe préalpine supérieure, la nappe du Niesen. On a donc affaire à une série normale, où manqueraient les terrains du Lias inférieur et moyen.

Le Trias de base de l'Aalénien des cols se poursuit sur le versant de la Lenk, sa présence est révélée par de nombreux entonnoirs de dissolution. On voit la cornieule affleurer dans le torrent du Metschgraben (n° 5) entre les cotes 1800 et 1840 m., à l'ENE du pt. 1821,1. Elle disparaît non loin de là, à la cote 1740 m. sous les glissements de terrains de Würtneren. Nous avons signalé, au chapitre précédent, un petit affleurement dans un des ruisseaux de Seiten à la cote 1460 m.

L'Aalénien donne naissance à d'importants glissements de terrain, qui occupent la région de Würtneren et de Seitenwald avec, par endroits, des îlots d'Aalénien en place.

Le Flysch n'est visible qu'à l'arête.

6° Résumé de la tectonique du versant droit de la Simme

La structure de la «zone des cols» du versant droit de la vallée de la Lenk est fort compliquée, mais très importante, car elle nous permettra de mieux comprendre le tectonique du reste de notre territoire. Le versant étant fort rapide et élevé, fournit de ce fait une excellente coupe naturelle. Trois nappes participent à sa construction. La plus profonde, nappe de la Plaine Morte, comprend les terrains suivants: Crétacé inférieur, Maestrichtien, Turonien et Flysch. Par-dessus vient la nappe du Mont Bonvin ou de la Tour d'Anzeinde, composée de Callovo-Oxfordien, de Malm, de couches de Wang transgressives, de Flysch éocène, et — d'après K. HUBER (23, p. 115) — d'une sous-nappe légèrement indépendante, à laquelle participent seulement de l'Aalénien et du Bajocien. Le rattachement de cette sous-nappe du Mont Bonvin n'est pas certaine. Enfin, au sommet, la nappe du Laubhorn dont les terrains vont du Trias à l'Aalénien, surmonté de Flysch transgressif. Mais, comme l'a montré M. LUGÈON, dans la région de Bex (28), il y a lieu de subdiviser cette nappe en deux sous-nappes: d'une part, une sous-nappe du Lias calcaire, comprenant du Trias et tout le Lias calcaire jusqu'au Toarcien inclus et d'un peu d'Aalénien, de l'autre, une sous-nappe formée de Trias (?), d'Aalénien, de Dogger et de Flysch. Nous appellerons la première «sous-nappe du Lias calcaire» et la seconde «sous-nappe aalénienne».

La sous-nappe de l'Aalénien-Dogger du Mont Bonvin et la sous-nappe du Lias calcaire du Laubhorn ont cela de particulier qu'elles ne contiennent pas de Flysch. Leur origine semble résulter d'une plasticité différente de celle du reste de leur nappe respective, ce qui aurait déterminé leur décollement lors de la mise en place des nappes des Préalpes internes.

La nappe du Laubhorn entre au sol dans la région du Hahnenmoos. C'est la sous-nappe aalénienne du Laubhorn en position normale, plongeant au NE. Puis la nappe se replie, forme vers le S un vaste synclinal couché, auquel participe surtout la sous-nappe du Lias calcaire. Entre le Trias de base de la

sous-nappe aalénienne du Laubhorn et celui du flanc renversé du synclinal pénètre une tête anticlinale plongeante dont le cœur est formé de terrains de la nappe de la Plaine Morte, enrobés de ceux de la nappe du Mont Bonvin. Le tout passablement érasé.

La nappe de la Plaine Morte revient ensuite reprendre sa place sur celle du Wildhorn et forme des paquets discontinus de Crétacé, collés sur les schistes nummulitiques haut-alpins.

La nappe du Mont Bonvin enveloppe le synclinal triasico-liasique et vient reprendre sa place habituelle entre le flanc normal de ce dernier et l'Helvétique.

Dans la région voisine du chevauchement de la nappe du Niesen, les « Internes » manifestent une structure isoclinale, tandis que vers le S et le fond de la vallée, elles épousent la forme des plis de la nappe du Wildhorn.

Chapitre 3

La région du Rätzliberg et le massif de l'Ober Laubhorn (Pl. I et II)

Quand, de la Lenk, on regarde le fond de la vallée, on voit une montagne conique, boisée partiellement, l'Ober Laubhorn. A l'W de cette montagne coule le torrent d'Iffigen, à l'E la Simme. Cette dernière parcourt la plaine alluviale d'Oberried. De l'extrémité S de la plaine (région de Höhenhaus), on peut admirer les belles chutes de la Simme (Simmenfälle). En remontant le cours d'eau, on parvient à un petit plateau, le Rätzliberg, que dominant au S les hautes parois du Fluhhorn. Le plateau de Rätzliberg est limité au N par une dalle calcaire appelée la Birgfluh (Laubhorn de l'ancienne carte 1 : 50 000).

C'est la région comprise entre l'Iffigenbach et la Simme que nous allons décrire maintenant, en commençant par la région du Rätzliberg.

Le chemin qui mène d'Oberried au Rätzliberg, montre une bonne coupe de cette région; à la base, la nappe de la Plaine Morte, en repos sur l'Helvétique, puis la nappe du Mont Bonvin.

Le sentier s'élève d'abord, à partir de l'auberge des Simmenfälle, sur le cône de déjection du Pomernbach. A la cote 1180 m, les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn affleurent, plongeant de 25° au N. De là, le chemin se maintient dans le Nummulitique haut-alpin. A la cote 1280 m, les schistes plongent de 30° au SE. Les terrains dessinent donc un anticlinal, c'est l'anticlinal du Hohberg. Puis le plongement S s'accroît, on voit apparaître dans les marnes à globigérines des intercalations gréseuses (Flysch Wildhorn).

Le chemin, à la cote 1320 m., est fermé par une porte de pâturage. A quelques mètres du portail, on trouve des calcaires clairs, en bancs de 10 à 20 cm., alternant avec des schistes bleutés. On remarque sur la cassure des radiolaires et des spicules d'éponge. C'est le Valanginien, épais de 4 à 5 m. Il est suivi d'une zone, épaisse de 3 m., assez analogue, mais dont les calcaires sont beaucoup plus siliceux. Probablement, avons-nous affaire à l'Hauterivien. Le Barrémien qui le domine débute par une zone de calcaire massif, oolithique à miliolites.

Dès le premier tournant du sentier, cote 1330, la série se poursuit par une alternance de schistes ardoisiers bleus et de bancs, plus ou moins lenticulaires, de calcaire à grain fin bleuté, et de calcaire oolithique. Au tournant suivant, cote 1340, un calcaire oolithique montre en coupe mince la composition suivante: Dans une pâte de calcite claire, en grands cristaux, on voit des fragments arrondis, parfois entourés d'une enveloppe secondaire de calcite rayonnante. Certains de ces fragments sont des organismes: bryozoaires, radioles d'oursins, miliolides, textulaires, coraux, *Diplopora Mühlbergi* LORENZ, petites orbitolines très coniques qui appartiennent certainement à l'espèce *Orbitolina conulus* DOUV. C'est bien une faune barrémienne. Le Barrémien se poursuit jusqu'à la cote 1350 m.

Nous venons donc de traverser une série normale (Valanginien, Hauterivien, Barrémien) reposant sur le Nummulitique de la nappe du Wildhorn. Ce Crétacé fait partie de la nappe de la Plaine Morte.

Dès 1350 m., le chemin pénètre dans une unité tectonique supérieure, la nappe du Mont Bonvin. Elle débute par une alternance de bancs calcaires et de marnes, très broyés au sommet. C'est l'Oxfordien, plongeant au SE de 35° à 40°. Il supporte le Malm à la cote 1375, environ. A sa base, on observe une zone grumeleuse (Argovien), puis du calcaire compact, d'abord en gros bancs, puis plus minces (4

à 10 cm.) localement polis par les eaux et donnant un aspect massif à la roche. Au petit pont, sur Ammertentbach, on voit passer une zone de 8 à 9 m. de puissance de marnes beiges contenant des rognons limoniteux. C'est une nouvelle bande d'Oxfordien, recouvrant le Malm vu précédemment, et supportant une autre zone de Malm peu épaisse à cet endroit (4 à 5 m.).

Le chemin franchit ensuite le cône de déjection du Laubbach, puis s'engage dans des schistes marno-gréseux, sombres, en repos direct sur le Malm supérieur. A une vingtaine de mètres de l'auberge de Rätzliberg (cotée 1401 m.), on trouve dans les schistes gréseux des galets et des blocs aplatis ayant jusqu'à 1,5 m. de diamètre de calcaire clair à roselines (Turonien) et de Malm (Fig. 6, p. 27).

Les schistes gréseux montrent en coupe mince la composition suivante: une pâte argileuse contenant des grains de quartz anguleux et de la glauconie. Des traînées de limonite font des taches brunâtres dans la pâte de la roche. Les organismes sont rares. On y voit des foraminifères: textulaires, globigérines, dont quelques grosses formes à test garni d'épines et quelques gros nodosaires. Cette faune n'a rien de très caractéristique. Elle rappelle cependant celle des schistes nummulitiques, aussi considérons-nous ces schistes gréseux du Rätzliberg comme du Flysch éocène. Il faut remarquer toutefois que le faciès en est assez particulier. Ce Flysch se prolonge vers l'W dans l'Ober Laubhorn, où nous y avons trouvé des nummulites.

Sur la rive droite du cône de déjection du Trübbach, on trouve par places des lentilles de calcaires marneux, interstratifiées dans ce Flysch. Plus à l'E, on voit ressortir dans le fond du Rätzliberg des conglomérats à éléments de Malm, cela probablement à la faveur de failles.

La nappe du Mont Bonvin, dont nous venons de décrire la composition, épouse dans le Rätzliberg le synclinal Wildhorn sous-jacent (synclinal d'Iffigen). On voit dans les pentes au S du pâturage ressortir le Malm. Il repose sur le Flysch renversé, conglomératique et supporte directement les schistes nummulitiques de l'anticlinal haut-alpin, de l'Ammertenhorn. Le Malm est probablement celui de l'écaille supérieure (Malm du sommet de la coupe du chemin). Les Oxfordiens, le Malm inférieur et tout le Crétacé de la nappe de la Plaine Morte manquent par écrasement. C'est de dessous ce Malm (cote 1449 m.) que sortent les belles sources appelées Siebenbrunnen.

Les deux zones de Malm du flanc normal du synclinal se prolongent comme nous l'avons vu vers le NE, jusqu'au pt. 1688 m. de Pommern. Vers le NW, elles se poursuivent au flanc de l'Ober Laubhorn, montagne que nous allons décrire maintenant.

Le massif de l'Ober Laubhorn (ou du Gross Laubhorn) est limité géographiquement à l'E par la Simme, à l'W par le torrent d'Iffigen, au S, il est soudé à la haute chaîne par le plateau glaciaire de Langermatten (Pl. II et Fig. 6).

Trois unités tectoniques y sont représentées, de bas en haut: la nappe du Wildhorn, celle du Mont Bonvin et celle du Laubhorn. La nappe de la Plaine Morte n'y est pas visible.

La nappe du Wildhorn apparaît dans les vallées de la Simme et de Pöschennied (torrent d'Iffigen) en deux voûtes anticlinales: au S, l'anticlinal faillé du Hohberg qui passe en tunnel sous l'Ober Laubhorn pour ressortir dans la vallée de la Simme; plus au N, l'anticlinal du Rothorn que l'on voit en fenêtre dans la région de Färriichen et du Kindbach (fenêtre de Schwand). Ce dernier n'est pas visible dans la vallée de la Simme.

La nappe du Mont Bonvin, qui est bien développée dans la région du Rätzliberg, se prolonge tout autour de l'Ober Laubhorn. De la vallée de la Simme, on voit nettement deux bandes de Malm formant des parois dominant les éboulis du pied de la montagne. Les Malms ont une allure lenticulaire due principalement à des failles.

350 m. au NW des chalets de Langer, cotés 1705 m., on peut observer le contact du Flysch sur la bande supérieure de Malm. Le Flysch débute par des schistes marneux très semblables à ceux du Rätzliberg dont ils sont la continuation. Vers le haut, des banes de grès s'intercalent dans la série et sur le sentier, on remarque même une brèche à petits éléments de Malm et contenant dans son ciment de petites nummulites et des algues calcaires. Plus au N, si l'on monte de Bühlensweiden, qui se trouve au NE du sommet, vers le SW par les éboulis dominant le pt. 1360, on atteint, à la cote 1500, le Malm surmonté d'une vire boisée où passe l'Oxfordien. Plus au N, sur la vire, on trouve, dominant l'Oxfordien,

une paroi élevée dont la base est faite de calcaire noduleux, probablement argovien, et le sommet de calcaire en gros bancs (Kimeridgien?) assez plissé. L'ensemble est recoupé par une faille normale (voir fig. 5).

Le Malm supérieur est directement recouvert de Flysch, comme dans la coupe précédente. Ce dernier débute par un ou deux mètres de schistes marneux, à nodosaires et globigérines. Puis on trouve un banc de conglomérat de 1 m. d'épaisseur dont les éléments sont des cailloux de Malm, de la grosseur du poing, serrés les uns contre les autres. Au-dessus, les marnes reprennent, il s'y intercale des bancs gréseux. A mesure que l'on monte, les schistes marneux deviennent plus sombres et les grès prédominent. Ils sont en bancs de 30 à 100 cm. d'épaisseur, de grain généralement fin, parfois grossier (1 à 3 mm.). Dans les parties plus calcaires, on voit quelques petites nummulites. Le Flysch, épais d'une cinquantaine de mètres, est surmonté par de la cornièule qui appartient à la base d'une nappe supérieure, celle du Laubhorn. Dans l'ensemble, le Flysch, supportant toujours le Trias du Laubhorn, dessine une cuvette synclinale peu marquée; plongeant faiblement au NE aux environs de Langer, il se relève ensuite pour gagner l'arête N de l'Ober Laubhorn où il plonge au SE de quelques degrés.

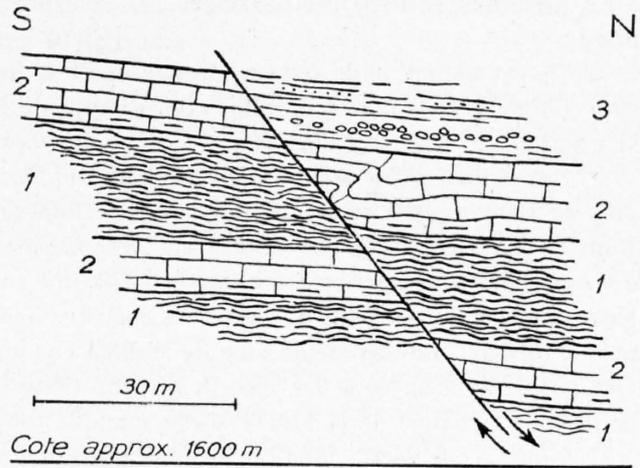
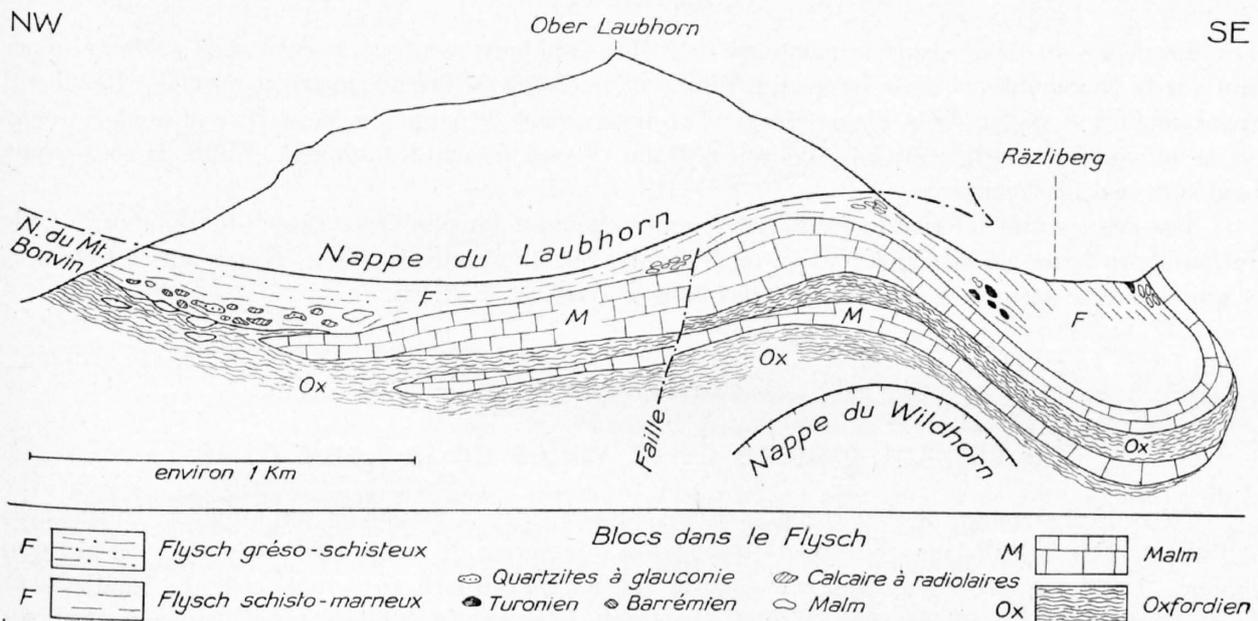


Fig. 5. Ober Laubhorn, versant E

1: Oxfordien. 2: Malm. 3: Flysch

Le conglomérat du Flysch, décrit au paragraphe précédent, est la suite des zones conglomératiques du Rätzliberg. Cette zone de conglomérat, toujours localisée dans la partie marneuse de base du Flysch prend, vers le N, une importance considérable, surtout entre le chalet coté 1519 m. de Langerhornberg, et l'arête N de l'Ober Laubhorn (Langenegg) (voir fig. 6). Dans ce secteur, les blocs, parfois de grandes dimensions, sont de natures diverses: Malm, calcaire clair à radiolaires, grès quartzitiques sombres à glauconie, Barrémien à orbitolines.

La fig. 6 montre un phénomène très important: La nappe du Mont Bonvin présente la succession suivante, de bas en haut: Oxfordien, Malm, Oxfordien, Malm et Flysch. Ce dernier semble nettement



F		Flysch grés-schisteux	Blocs dans le Flysch		M		Malm	
F		Flysch schisto-marneux		Quartzites à glauconie		Calcaire à radiolaires		
				Turonien		Barrémien		Malm
					Ox		Oxfordien	

Fig. 6. Coupe schématique du Rätzliberg et de l'Ober Laubhorn

transgressif sur la bande supérieure de Malm, du Rätzliberg à la coupe de Bühlersweiden. Mais plus au NW, au point où le sentier reliant le chalet 1519 de Langerhornberg à celui coté 1291 m. d'Oberriedweiden traverse la paroi de Malm, on voit s'intercaler, entre le Malm supérieur et le Flysch, un peu d'Oxfordien.

De ce point à l'arête N de l'Ober Laubhorn, les choses sont moins nettes: La paroi de Malm disparaît. Ce dernier est réduit à l'état de lentilles pincées dans l'Oxfordien. Le contact du Flysch et des formations sous-jacentes n'est plus visible, sauf en un point à l'altitude de 1560 m. une centaine de mètres à l'E de l'arête N de l'Ober Laubhorn. Là, on observe la transgression du Flysch sur l'Oxfordien fossilifère.

De cet ensemble de faits se dégage une conclusion extrêmement probable: à savoir, que la structure complexe de la base mésozoïque de la nappe du Mont Bonvin existait avant la transgression éocène. Il y aurait eu, avant le dépôt de Flysch, des mouvements tectoniques importants.

Sur le flanc W de la montagne, la nappe du Mont Bonvin est cachée sous les éboulis. On la retrouve près de Langerseiten en remontant le couloir qui suit le flanc N de l'anticlinal Wildhorn du Hohberg. Dans ce couloir, directement en contact avec la partie supérieure des schistes nummulitiques (contenant des bancs gréseux), on observe à la cote 1570, une zone d'Oxfordien extrêmement broyé. A la cote 1650 passe une bande de Malm de quelques mètres d'épaisseur, surmonté d'une nouvelle zone oxfordienne; puis à 1655 m., une deuxième zone de Malm d'une vingtaine de mètres de puissance, supportant sans contact visible les schistes et les grès du Flysch. Cette coupe est très semblable à celle du chemin du Rätzliberg, mais la nappe de la Plaine Morte manque totalement à Langerseiten.

Nous avons décrit dans la partie stratigraphique la succession du Lias de l'Ober Laubhorn ou plus exactement de son arête sud. La coupe de l'arête N montre les calcaires spathiques clairs du Lotharingien, transgressant sur le Rhétien. La stratigraphie de l'arête N est donc la même que celle du Lias du Metschhorn. La nappe du Laubhorn dessine dans l'Ober Laubhorn une belle charnière synclinale, ouverte au N. C'est le même synclinal que celui du Metschhorn, si bien développé sur le versant droit de la vallée de la Simme, que nous avons appelé le synclinal triasico-liasique.

Le Trias et le Lias de l'Ober Laubhorn font partie de la sous-nappe du Lias calcaire de la nappe du Laubhorn.

Le Trias de base de la nappe s'étale largement dans la région de Langermatten, au S de l'Ober Laubhorn, où il marque son passage, au travers des dépôts morainiques qui couvrent ce pâturage, par quelques dolines. On en retrouve un petit affleurement, près de Dole (Iffigental), pincé dans le synclinal d'Iffigen.

En résumé:

La région du Rätzliberg et la montagne de l'Ober Laubhorn montrent la succession suivante, reposant sur le Nummulitique de la nappe du Wildhorn: une série de Crétacé inférieur normale (Rätzliberg) appartenant à la nappe de la Plaine Morte. Par-dessus vient la nappe du Mont Bonvin dont la coupe est la suivante: Oxfordien, Malm, Oxfordien, Malm, Flysch éocène transgressif. Enfin, la sous-nappe Laubhorn du Lias calcaire.

Les deux unités inférieures (ultra-helvétiques) épousent les plis de la nappe du Wildhorn. Celle du Laubhorn forme un synclinal, ouvert au N (équivalent du synclinal triasico-liasique du Metschhorn) et qui lance une sorte de pédoncule de Trias dans le synclinal d'Iffigen.

Chapitre 4

Le versant gauche de la vallée de la Lenk (Pl. II)

Nous décrirons dans ce chapitre le territoire compris entre la Simme (et son affluent l'Iffigenbach) et l'arête col de Trüttlisberg—Stüblenen—Rothorn; la description de cette arête fera l'objet du chapitre suivant. La région envisagée comprend donc la vallée du Pörisbach au S, puis celle du Kindbach et de ses affluents, le torrent de Stiegelberg et l'Aebibach, le massif des Mülkerblatten, le torrent de Wallbach; enfin, au NW du Wallbach, la région du Lochberg et de Sulzig.

Nous décrivons dans un premier sous-chapitre (1) les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin, en repos normal sur la nappe du Wildhorn et sous le Trias de base de la nappe du Laubhorn. Ensuite (2) la nappe du Laubhorn, région des Mülkerblatten et du Wallbach. Puis (3), la zone du Lochberg, (4) les lentilles des Haslerbergmäder et le Flysch de Stand (pt. 2076 au S du Trüttlisbergpass); enfin (5) de l'Aalénien des cols entre le Trüttlisberg et la Lenk.

1° Les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin en repos normal sur celle du Wildhorn

Les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin affleurent dans toute la région comprise entre l'anticlinal du Hohberg (nappe du Wildhorn), au SE, et le Trias de base de la nappe du Laubhorn (Stübelenen, Goldernen, la Lenk). Dans ce territoire, des têtes anticlinales (Wildhorn) ressortent en «fenêtres» dans la masse des terrains préalpins. Citons la fenêtre de la Lenk, celle de Schwand¹⁾ dans le vallon de Pöschenried, celle du vallon de l'Aebibach et de Stiegelberg, ces trois dernières faisant partie de l'anticlinal du Rothorn.

Kindbach

Dans la vallée du Kindbach (affluent de l'Iffigenbach), on peut observer le contact entre la nappe du Wildhorn et les nappes ultrahelvétiques. En remontant le Kindbach, on voit les schistes nummulitiques (Wildhorn) jusqu'à la cote 1440; ils sont légèrement plus gréseux au sommet. Sur eux, on trouve 3 à 4 m. de marnes jaunes finement micacées, alternant avec des bancs de calcaire clair, c'est l'Oxfordien. Plus haut viennent des schistes argileux noirs, avec des rognons de calcaire sombre. La roche est tachée de limonite, j'y ai trouvé *Ludwigia murchisonae* Sow. (Aalénien). A mesure que l'on remonte le torrent on voit les schistes noirs devenir plus gréseux; ils se chargent de pistes de vers. Parfois les zones gréseuses sont disposées en lits de 1 à 2 cm. à patine rousse, alternant avec des schistes argileux noirs. Les couches, qui étaient d'abord subhorizontales, plongent ensuite légèrement à l'E, de sorte qu'à 100 m. environ en aval du confluent de l'Aebibach et du Kindbach (cote 1540) on retrouve les schistes nummulitiques du Wildhorn, qui ressortent par-dessous.

Aebibach

Du confluent, remontons l'Aebibach. Jusqu'à la cote 1580 m., le torrent coule sur les schistes nummulitiques. En amont de ce point, on observe la coupe suivante (voir fig. 7):

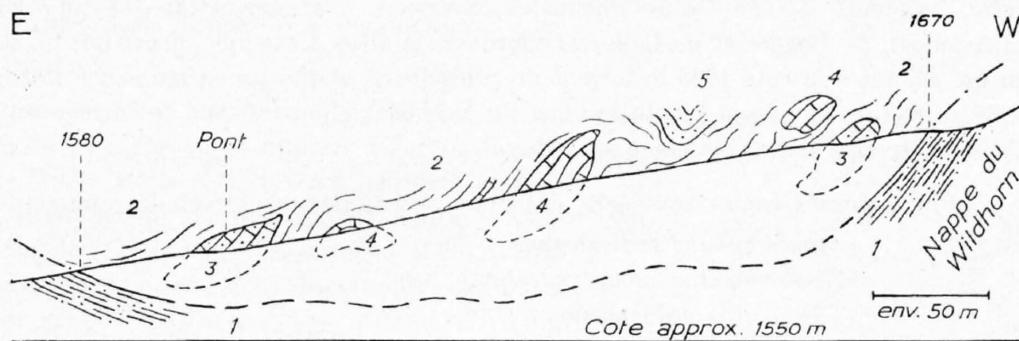


Fig. 7. Coupe de l'Aebibach

1: Schistes nummulitiques. 2: Oxfordien. 3: Turonien. 4: Malm. 5: Flysch

Cette coupe nous montre une masse marneuse d'Oxfordien, reposant sur le Nummulitique de la nappe du Wildhorn, et englobant des lentilles de roches diverses, Malm, Flysch, Turonien à rosalines. Les deux premiers se rattachent à la nappe du Mont Bonvin, le dernier à celle de la Plaine Morte. C'est,

¹⁾ Le nom de Schwand, de l'ancienne carte au 1 : 50 000, n'existe plus sur la nouvelle base topographique au 1 : 25 000, où il est remplacé par celui de Färrihen. Nous avons néanmoins maintenu le terme de «fenêtre de Schwand» introduit par M. LUGEON.

en quelque sorte, une zone de broyage, une brèche tectonique gigantesque, marquant le plan de chevauchement des ultrahelvétiques.

Vallon de l'Aebibach

Les schistes nummulitiques affleurent par places dans le haut vallon du torrent d'Aebi, entourés de glaciaire. Ce sont eux qui forment la paroi au N de l'Aebigrat. Ils plongent au NE de 50°. A l'W, l'affleurement est limité par une faille de direction NW-SE à lèvre SW affaissée. A l'W de la faille, on retrouve le Turonien (cote 1910) dans un petit ruisseau prenant naissance à la cote 1870, 400 m. au NW du pt. 2128,1. Le Turonien est surmonté par des marnes oxfordiennes subhorizontales.

Aebigrat

L'Aebigrat est formé d'Aalénien, surmonté au pt. 2032 d'une bande de Flysch plongeant à l'W. Le Flysch peu épais (20 m. environ), est recouvert à l'W par une nouvelle zone d'Aalénien; il s'y associe, peu avant le chalet d'Aebi (coté 1806 m.) du Bajocien et de l'Oxfordien, qui se replie de façon compliquée. Les schistes argileux de l'Aalénien ont donné naissance, au S de l'Aebigrat (entre le pt. 2032 et le chalet 1806), à un vaste glissement de terrain qui descend au S jusqu'au ruisseau de Stiegelberg. Le glissement semble s'être déclenché localement sur la surface des schistes nummulitiques.

Stiegelberg

Dans le vallon de Stiegelberg, on revoit les schistes nummulitiques du Wildhorn à l'E des chalets cotés 1843 m. Ils plongent au SE de 30° et sont en contact avec des calcaires Turonien (au N) par une faille. Le Turonien de la nappe de la Plaine Morte est donc dans la même position que celui de l'Aebibach. Le haut du vallon de Stiegelberg, en direction du col 2084 m. (SE du Rothorn), est recouvert de glaciaire que percent par endroits des blocs de calcaires divers: Turonien, Malm, Valanginien; dans les ruisseaux, on voit de l'Oxfordien, du Flysch, de l'Aalénien.

L'ensemble forme une zone de lentilles, Plaine Morte et Mont Bonvin, broyées dans les marnes oxfordiennes et aaléniennes de la base de la nappe du Mont Bonvin, d'une façon difficile à décrire. Nous avons figuré seulement les plus importantes sur notre carte. Citons deux gros affleurements de calcaire turonien à roselines, distants l'un de l'autre de 250 m. (cote 2000 environ) et émergeant du rideau d'éboulis qui longe le pied du Niesenhorn.

Des chalets 1843 (NW de l'Iffighorn), on voit, en regardant au NW, de profondes ravines entaillant le manteau morainique qui recouvre le versant gauche du vallon de Stiegelberg. L'étude de ces ravines révèle l'existence de trois séries isoclinales renversées (plongement 20—30° au SE), chacune composée d'Aalénien, de Dogger et de Callovo-Oxfordien. A titre d'exemple, décrivons un de ces ruisseaux, celui qui rejoint à la cote 1725 le torrent de Stiegelberg, et qui prend naissance 100 m. au S du chalet coté 2019 (800 m. environ à l'E du sommet du Rothorn). Le confluent de ce ruisseau avec celui de Stiegelberg se trouve dans l'Aalénien.

de 1725 à 1740 m. Marnes beiges contenant des nodules de calcaire noir et des ammonites dont:

Sowerbyceras tortisulcatum D'ORB.

Sowerbyceras protortisulcatum POMP.

Peltoceras arduennense D'ORB.

Perisphinctes sp. ind.

Il s'y intercale vers le haut des bancs minces de calcaire dur à patine claire, Oxfordien.

de 1740 à 1750 m. En contact mécanique sous l'Oxfordien apparaissent des schistes gréseux sombres à miches de calcaire noir. Les schistes sont fréquemment tachés de limonite. Nous y avons trouvé des ammonites aaléniennes (*Ludwigia murchisonae* Sow. et *Ludwigia concava* Sow.).

de 1750 à 1760 m. Glaciaire. A l'WSW affleure de l'Oxfordien accompagné de Bajocien à *Cancellophycus*.

- de 1760 à 1800 m. D'abord schistes argileux noirs à rognons limoniteux. On remarque dans ces schistes aaléniens un bloc de calcaire à patine brune rappelant les lumachelles à *Ludwigia* du Rothorn, bien qu'on n'y trouve ici que des coraux minces et pas d'ammonites. Le calcaire est accompagné d'une zone plus gréseuse à pistes de vers. Aalénien. Plongement de 25° au SSE.
- à 1800 m. Marnes beiges à nodules de calcaire noir. C'est une nouvelle zone d'Oxfordien, épaisse de 4 m. Ses contacts avec l'Aalénien qui l'encadre sont mécaniques. Plus haut les schistes mordorés reprennent. Ils occupent le ruisseau jusqu'à la cote 1900 m.
- de 1900 à 1910 m. Plongeant de 50° au SE sous les «schistes mordorés», on trouve une alternance de calcaire à patine jaune, légèrement spathique et de schistes bleus, micacés. *Cancellophycus* abondants. Bajocien.
- de 1910 à 2000 m. Marnes oxfordiennes à *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB., *Perisphinctes aff. Bonjourii* DE LORIOI.
- à 2000 m. On voit sur la rive gauche une lentille de Turonien à roselines et, dans la même zone, une lentille de Malm surmontée de Flysch schisto-gréseux transgressif. Puis, plongeant sous ce Flysch renversé, on observe un peu d'Aalénien.
- à 2040 m. Glaciaire.
- à 2040 m. Schistes nummulitiques (nappe du Wildhorn) plongeant de 50° au SE.

Le Turonien est dans une position tectonique analogue à celle des lentilles d'Aebi.

Au N de l'Iffighorn (2378,4 m.), la zone d'éboulis qui suit le pied de l'anticlinal du Hohberg est interrompue par un éperon de roche en place. Il présente la coupe suivante:

à la base (cote 1740 à 1800) schistes argileux à patine rouille, à miches de calcaire dur pyriteux (Aalénien).

1800 à 1880 m. Alternance de calcaire clair, à patine beige, en bancs de 20 à 30 cm. et de schistes marneux légèrement gréseux, micacés, bruns ou bleuâtres. Les zones schisteuses ont de 40 à 50 cm. d'épaisseur. Au sommet la série devient plus gréseuse. Traces d'ammonites. Bajocien.

1880 à 1900 m. Schistes argileux noirs ou limoniteux à miches calcaires (Aalénien).

1900 à 1920 m. Bajocien semblable au précédent.

Dès 1940 m. on trouve quelques blocs de grès déchaussés, puis les «schistes à globigérines». On ne voit pas trace de la nappe de la Plaine Morte.

Alpe de Pöris

La région de Pöris forme, au N du Hohberg, une montagne arrondie, en grande partie recouverte de moraine de fond. La roche affleure à l'arête joignant les points 1862,2 et 1941,8 m., appelée Pörisgrat. Toute l'arête, de la cote 1620 à la cote 1880 est faite de Flysch, alternance de schistes argileux et de grès micacés, en bancs de 1 à 15 cm., généralement à grains fins. Dans des grès plus calcaires, nous avons trouvé des ortho-phragmines. A 1880 passe une zone d'Aalénien, d'une dizaine de mètres d'épaisseur, qui détermine un petit glissement de terrain au N du pt. 1941,8.

Dès 1890, le Flysch reprend et se maintient à l'arête jusqu'au pt. 1941,8 m. Enfin, une nouvelle zone d'Aalénien sépare ce Flysch des «schistes nummulitiques» de la nappe du Wildhorn.

Les Doggers que nous avons vus dans la coupe précédente manquent à l'arête de Pöris. La fig. 8 montre comment nous interprétons cette région.

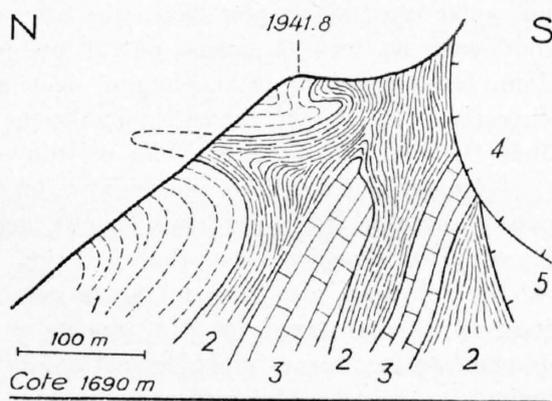


Fig. 8. Coupe schématique du Pörisgrat

1: Flysch. 2: Aalénien. 3: Bajocien. 4: Nappe du Wildhorn.
5: Nappe de la Plaine Morte

Le coin de la nappe de la Plaine Morte que nous y introduisons représente les deux blocs de Turonien émergeant de l'éboulis plus à l'W.

Pörisbach.

Descendons le Pörisbach, dès la cote 1720, les affleurements commencent. D'abord ce sont des schistes noirs, plus ou moins gréseux, tachés de roux (limonite), à miches de calcaire pyriteux. C'est l'Aalénien. A la cote 1680, il passe sur la rive gauche; la rive droite est alors occupée par des schistes gris ou beiges, qui rappellent les «schistes à globigérines», cependant on y trouve par places une lentille de calcaire argileux ou un fragment de Phylloceras. Il s'agit donc de l'Oxfordien. A la cote 1680 m., l'Oxfordien contient une lentille de Malm.

A la cote 1650, un sentier traverse le ruisseau. Dans le talus du sentier (rive gauche) les schistes aaléniens sont surmontés d'une brèche curieuse, formée de blocs cristallins, avec des éléments d'Aalénien remaniés semble-t-il. Probablement avons-nous affaire au Wildflysch, qui paraît transgresser ici sur l'Aalénien. Mais on ne voit pas le contact.

Jusqu'à la cote 1520, l'Oxfordien affleure dans le lit du ruisseau. Plus bas, il coule sur le glaciaire.

Iffigenfall.

Le torrent d'Iffigen, au sortir de la cluse qu'il a taillée dans l'anticlinal du Hohberg (N du Wildhorn), fait une belle cascade en franchissant le calcaire nummulitique. Au pied de la chute, on trouve les schistes nummulitiques et directement en contact avec eux, les schistes argileux sombres de l'Aalénien, verticaux. Là, comme à Pöris et au Kindbach, la nappe de la Plaine Morte fait défaut.

Betelberg.

Retournons dans le vallon de l'Aebibach. Son versant N (Betelbergmäder) est formé d'une grande épaisseur de Flysch (puissance apparente 180 m. environ), supportant la cornieule des Stüblenen (Trias de base du Laubhorn). Cette zone de Flysch très constante se poursuit vers le NE, jusque dans la région de Stoss, dominant directement la vallée de la Simme. C'est un Flysch schisto-gréseux, d'aspect banal, rappelant beaucoup celui de l'Ober Laubhorn. Il en est d'ailleurs la continuation vers le NW.

Pöschenried.

En effet, dans la région basse de Pöschenried (bas de la vallée de l'Iffigenbach), on voit affleurer par places, sous le glaciaire, de l'Oxfordien ou du Malm, qui se relie aux mêmes terrains de l'Ober Laubhorn. Le Flysch «de Betelbergmäder» repose sur l'ensemble jurassique de Pöschenried. A Hammer-schwand, il transgresse probablement sur le Malm, dans le ruisseau de Betelboden, il repose sur l'Oxfordien.

Environs de la Lenk (Pl. II).

Suivons la route qui mène de Pöschenried à la Lenk. De la route tracée dans le glaciaire, on voit, à Lehn, au débouché de la vallée de Pöschenried, trois masses de Malm, deux en contre-bas de la route, une autre cent mètres plus haut. Les affleurements reprennent ensuite vers Blatti, au moment où la route entre en forêt. A gauche, on voit une butte moutonnée, faite de calcaire nummulitique surmontée d'une faible épaisseur (6 m. environ) de schistes nummulitiques. La route passe dans les schistes et, directement en contact, sur ce Nummulitique de la nappe du Wildhorn, repose le Malm de la nappe du Mont Bonvin. Au contact du Malm, on trouve des fragments de calcaire siliceux plantés dans les schistes.

Une dizaine de mètres plus en aval, un couloir peu marqué débouche sur la route et montre la succession suivante, de bas en haut: éboulis, puis le Malm de la route, surmonté de marnes beiges, à rares intercalations de calcaire rappelant le Malm. Ces marnes, épaisses d'une vingtaine de mètres, sont peut-être oxfordiennes, mais nous n'y avons pas trouvé de fossiles. A la cote 1170 m., passent des schistes sombres, alternant avec des grès micacés, en bancs de 5 à 8 cm., c'est le Flysch. Plus haut affleurent de nouveau des marnes probablement oxfordiennes. Enfin à la cote 1200, du Malm formant paroi. Ce Malm fait partie d'une longue lentille marquée dans la topographie par la paroi appelée *See-fluh*. ARN. HEIM (16) a donné une coupe de ce Malm et des terrains qui le recouvrent, coupe rectifiée plus tard par M. LUGÉON (17). Le profil est le suivant (Fig. 9, p. 33):

Au-dessus du Malm (1) affleurent des schistes marneux clairs (2), contenant des petits bancs (0,5 cm.) de grès micacés: Flysch. Sur eux, en paroi, on a un calcaire sableux (3) à petites nummulites, discocyclines et lithothamnies. Eocène.

Revenons à la route de la Lenk, au point où nous l'avions quittée. De là, la route traverse des éboulis, issus de la bande inférieure de Malm. Par endroits, celui-ci descend jusqu'à la route. A 400 m. environ de l'entrée de la forêt, on remarque un coin de Malm, descendu par faille, et butant (au N) contre des schistes à globigérines horizontaux contenant des bancs parfois lenticulaires de grès fin micacé. La route fait ensuite un rentrant. A 6 m. de là, une lentille de calcaire clair turonien s'intercale dans le Flysch. Une soixantaine de mètres plus en aval, on voit un petit affleurement vertical. C'est une alternance de marnes beiges et de bancs calcaires à pâte claire (Oxfordien).

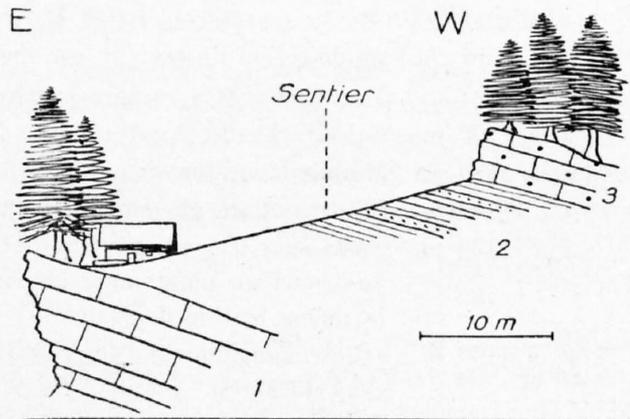


Fig. 9. Coupe de la Seefluh

1: Malm. 2: Schistes et grès (Flysch). 3: Calcaire à nummulites

Vingt mètres plus loin, on retrouve des marnes semblables, mais horizontales, et supportant une lentille de Turonien, calcaire à roselines. On retrouve le Flysch au tournant suivant de la route. Les affleurements interrompus par de l'éboulis reprennent peu avant un petit hangard de cantonniers. Voir fig. 10.

On voit à cet endroit, s'appuyant à une énorme lentille verticale de Malm froissé, un ensemble de schistes broyés (2), d'âge indéterminé, englobant des lentilles diverses: calcaire oolithique, Barrémien (4), Malm (1), grès du Flysch (3).

La route longe ensuite de l'éboulis sur une trentaine de mètres, puis la roche nettement en place reprend juste après un couloir à bois. C'est à une cinquantaine de mètres au S de la jonction de notre route avec celle qui de la Lenk monte au lac du Neufeld. L'affleurement, décrit en 1920 par M. LUGEON (17), est formé d'une quantité de blocs, de grosseur variant de quelques centimètres à un mètre, pris dans une masse schisteuse d'âge problématique. La fig. 11 donne une image légèrement simplifiée de cet affleurement.

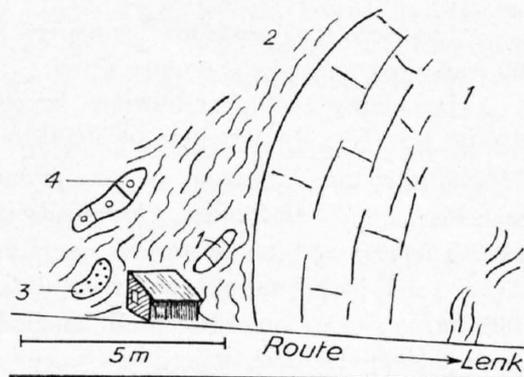


Fig. 10. Route de la Lenk

1: Malm. 2: Schistes. 3: Grès. 4: Barrémien

Parmi les lentilles, citons du Turonien à roselines, du calcaire oolithique Barrémien, du Malm, du quartzite noir et du calcaire glauconieux.

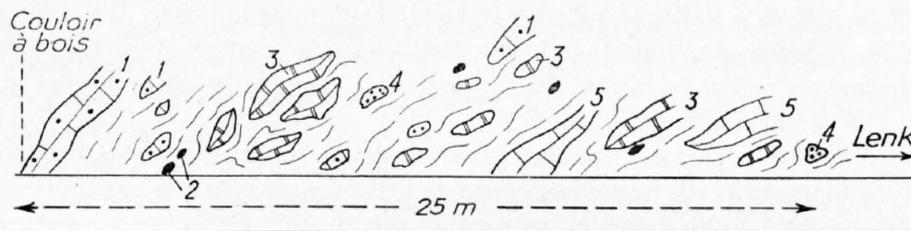


Fig. 11. Route de la Lenk

1: Barrémien. 2: Calcaire glauconieux. 3: Turonien. 4: Quartzite. 5: Malm

Cet affleurement nous montre des lentilles appartenant à la nappe de la Plaine Morte (Turonien, Barrémien) et à celle du Mont Bonvin (Malm, quartzite?) noyés dans les schistes. Cette zone de broyage s'élève vers le N, on la retrouve dans le torrent qui descend de Balmen. ARN. HEIM, qui décrit ce ruisseau (16), considérait cette zone comme un conglomérat berriasien (Riesenkonglomerat); la présence de Barrémien et du Turonien infirme cette hypothèse. Refaisons la coupe du torrent de Balmen.

Torrent de Balmen.

- Au S du cône de déjection du torrent, on observe une lentille de Turonien.
- à 1090 m. Marnes beiges à cassure conchoïdale: Oxfordien.
 - 1090 à 1120 m. Calcaire bleuté, à pâte claire, légèrement pyriteux: Malm probablement.
 - 1120 à 1130 m. Marnes identiques à celles de 1090.
 - 1130 m. Petit pont du chemin des bains.
 - 1130 m. Juste sous le pont une tête de Malm pointe de dessous les marnes. On revoit peu au-dessus un pointement analogue. Les deux pointements semblent appartenir à la même lentille de Malm.
 - 1140 à 1160 m. «Riesenkonglomerat» de ARN. HEIM, les éléments sont en majorité du calcaire siliceux du Malm. De nombreuses coupes minces nous ont montré des lentilles d'âges divers.
 - 1^o Barrémien: calcaire pseudo-oolithique.
Pâte de calcite claire, cimentant des fragments d'organismes arrondis: débris de coquilles, milioles, petites orbitolines (*O. Conulus* Douv.). *Diplopora Mühlbergi* LORENZ, bryozoaires.
 - 2^o Quartzite noir — quelques cristaux de calcite cimentés par de la silice.
 - 3^o Turonien — calcaire à grain très fin, argileux, nodosaires, globigérines et nombreuses *Globotruncana Linnei* D'ORB.
 - 4^o Malm.

Les blocs sont pris dans des marnes écrasées, nous y avons trouvé deux débris d'ammonites dont un *Sowerbyceras protortisulcatum* POMP.

Les marnes étant oxfordiennes, le conglomérat est nécessairement d'origine tectonique. Les Malm décrits à la base du torrent sont simplement des lentilles de plus grandes dimensions.

- 1160 à 1200 m. Alternance de calcaire dur et de marnes contenant de petits nodules de calcaire sombre. Oxfordien. *Oppelia denticulata* ZIETEN, *Cosmoceras Jason* REIN.
- 1200 à 1300 m. Schistes gréseux, noirs ou tachés de limonites, contenant des miches de calcaire gris-sombre à patine rouille. «Schistes mordorés» de l'Aalénien?
- 1300 m. Commence le Malm de Balmen. Calcaire noduleux. Argovien.

Résumé du sous-chapitre 1.

La nappe de la Plaine Morte, dans la région que nous venons de décrire, est représentée par des lentilles de calcaire du Turonien et du Barrémien, groupées dans certaines zones seulement, toujours au contact ou près du contact des nappes préalpines et de celle du Wildhorn. Les lentilles semblent baigner dans les terrains marneux de la base du Mont Bonvin. On les trouve dans les zones suivantes: à Stiegelberg sous le front renversé de l'anticlinal du Hohberg, sur le flanc N de l'anticlinal Rothorn-Schwand, dans le torrent et le vallon d'Aebi, au N de la «Fenêtre de la Lenk». Elle manque au sommet des anticlinaux; là, la nappe du Mont Bonvin est directement en contact avec l'helvétique, exemple: la fenêtre de Schwand, la région de Blatti. La nappe de la Plaine Morte est également absente dans la région de Pöris et de l'Iffigenfall.

La nappe du Mont Bonvin est fort compliquée dans le détail. En grandes lignes, la région de Pöschentried a une structure analogue à celle du soubassement de l'Ober Laubhorn: à la base, une masse marneuse oxfordienne, enrobant des lentilles de Malm, au sommet une zone de Flysch schisto-gréseux, supportant le Trias de base de la nappe du Laubhorn.

Dans la région Stiegelberg, Pörisgrat, Kindbach et Aebibach, aux marnes oxfordiennes s'associent de l'Aalénien et du Dogger, ainsi que des lames synclinales de Flysch.

Aux environs de la Lenk, la nappe du Mont Bonvin est composée de trois lames de Malm superposées, séparées les unes des autres par des marnes jurassiques et du Flysch; le Malm le plus bas, repose sur les schistes nummulitiques de la «fenêtre de la Lenk». Au N, il repose sur un ensemble broyé, fait d'éléments intimement mêlés, provenant des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin.

2° La nappe du Laubhorn, région des Mülkerblatten et le Wallbach

La nappe du Laubhorn, dans le secteur que nous allons décrire, se compose à la base d'une zone de Trias surmontée directement d'Aalénien; sur celui-ci repose un synclinal de Dogger, plongeant et ouvert au N. Dans le Wallbach, de l'Oxfordien occupe le cœur du synclinal. L'Aalénien du flanc inverse manque ainsi que le Trias. Par contre, le Lias calcaire qui manquait au flanc normal est bien développé sur le flanc renversé. Il occupe le plateau de Tschätten et supporte des Klippes de Malm appartenant à la nappe du Mont Bonvin (Pl. II).

Le Trias de base.

La base de la nappe du Laubhorn est marquée par une zone de cornieule assez continue, d'une cinquantaine de mètres de puissance. On la suit des Stüblenen, où elle supporte une masse lenticulaire de gypse, jusqu'à Goldernen; mais là le phénomène se complique. Au NW du chalet de Goldernen (1729,0), on retrouve sur la cornieule une lentille de gypse; une centaine de mètres au N il en existe une autre.

De Goldernen vers le N, le Trias se complique; il se digite en trois lames anticlinales pénétrant dans la masse aalénienne. La lame supérieure suit la rive gauche du torrent au S de Spiss, dominant à l'E un petit glissement de terrain. Le Trias monte jusqu'à la cote 1860, où l'on trouve une petite lentille de gypse. Une doline non loin de là (150 m. au S du chalet coté 1788 m.) indique l'extension maximum vers le N de la lame triasique supérieure.

La deuxième écaïlle anticlinale passe le torrent de Führen à la cote 1600, forme l'escarpement qui existe à l'E des chalets 1788 (E du sommet de Mülkerblatten), plonge vers le N en une arête boisée, vers la forêt de Tschuggen, où elle disparaît à la cote 1640, sous des glissements de terrain. La lentille de gypse, isolée dans le glissement de terrain et située au versant gauche du creux de Tschuggen à la cote 1600, se rattache très probablement à cette bande triasique. Il en est de même de la petite colline de cornieule, proche du chalet 1252 m., sur le sentier de la Lenk à Wallegg.

On trouve au S de Stoss (2 km. au SW de la Lenk) une troisième bande de Trias, séparée de la deuxième par une zone d'Aalénien et reposant sur le Flysch de la nappe du Mont Bonvin. Ce Trias se poursuit un peu vers le N, puis disparaît sous le glaciaire au S des chalets de Stoss. Des chalets partent deux sentiers parallèles descendant au N sur la Lenk, chacun suivant une croupe morainique. Si l'on descend le sentier W, on peut observer à la cote 1420, au bord du ruisseau, un pointement de gypse; puis à la cote 1350 m., une doline à droite du sentier. Dans le ruisseau, qui coule entre les deux sentiers, on retrouve une lentille de gypse à la cote 1250 m. Tous ces points indiquent le passage de la lame triasique de Stoss. Sous le Trias (1250 m.) on voit de l'Aalénien, puis des calcaires siliceux du Pliensbachien. Une centaine de mètres à l'E, une doline indique le passage d'une quatrième lame de Trias, se dirigeant sur les bords de la Lenk. Les sources sulfureuses de la Lenk sont en relation avec le Trias de base de la nappe du Laubhorn.

Le Betelberg.

Nous avons décrit, dans la partie stratigraphique, les terrains qui forment le Betelberg (voir p. 6).

Sur le Trias de base repose une épaisse zone d'Aalénien passant vers le haut au Bajocien. Les grès spathiques du Bathonien affleurent au Leiterli et sur le versant N des Mülkerblatten. Ils dessinent une magnifique charnière synclinale, ouverte au N et entourée de Bajocien schisteux. La fig. 12 ci-dessous montre la forme du synclinal du Leiterli. Les gros bancs représentent le Bathonien, les zones schisteuses qui le recouvrent appartiennent au Bajocien renversé.

Les Mülkerblatten présentent la même charnière synclinale que le Leiterli, couchée et ouverte au NW. Le sommet 1935,8 m. est formé par 3 m. de grès grossiers plus ou moins spathiques, à pâte claire, avec grains dolomitiques, plus foncés au sommet qu'à la base. Ils sont en bancs de quelques

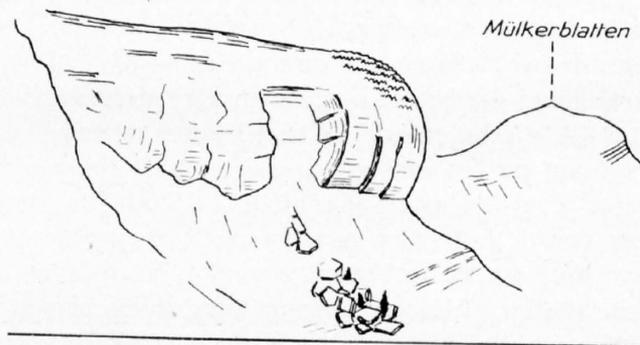


Fig. 12. Le Leiterli, vu de l'W du P. 2000,9

centimètres d'épaisseur. Sous les grès du sommet, on trouve une zone plus schisteuse, à nodules phosphatés et débris de bélemnites. Des lentilles gréseuses s'intercalent dans les schistes. C'est à cet endroit que nous avons trouvé une bélemnite de grande taille. Tout cet ensemble fait partie du Bajocien. Plus bas, au N du sommet, affleurent les grès spathiques en gros bancs du Bathonien, qui dessinent la charnière synclinale. Elle est complètement entourée de Bajocien. Le Bathonien se prolonge vers le N, formant la paroi au S de Wallegg. L'Aalénien et le Bajocien du flanc normal donnent naissance, vers le N, à d'importants glissements de terrain qui occupent le Tschuggenwald.

Revenons au sommet des Mülkerblatten. Les schistes bajociens qui entourent le noyau synclinal de Bathonien plongent fortement au NW vers le plateau, par places marécageux, de Tschätten-Wallegg. Sur ce replat, on voit des îlots de calcaire à patine claire, au nombre de neuf, grossièrement répartis le long de deux droites parallèles de direction NE-SW. C'est un calcaire bleuté à pâte très fine, siliceuse, par places à silex. On n'y trouve pas de fossile à part quelques bélemnites fines. Ce calcaire rappelle beaucoup le Malm et en est très probablement. Dans la rangée SE, les affleurements plongent au NW, parfois fortement (50°), tandis que ceux de la rangée NW plongent au SE de 30°. Les calcaires à silex du Malm forment donc dans l'ensemble un synclinal allongé, sortant au vide près du pt. 1867 m.

Le Malm repose directement sur des grès légèrement spathiques, à grain localement très grossier. La sédimentation en est extrêmement variable. Par places, ils passent à des calcaires spathiques gréseux, à pâte bleue, foncée ou claire. On y voit quelques bélemnites et débris de coquilles indéterminables. L'âge de cette formation n'est donc pas certain. Nous l'avons cartographiée comme du Lias indéterminé. Les grès spathiques forment un synclinal peu accusé dans lequel s'emboîte le synclinal de Malm. Il sort au vide près de la colline 1845 m. environ, 400 m. à l'WNW du sommet des Mülkerblatten, avec un plongement axial de 20° au S. Le Lias repose directement sur les schistes argileux du Bajocien. A la limite des deux formations sortent des sources, dont la plus importante, au NW du pt. 1867, cote 1820 m., donne naissance à un ruisseau. Les schistes bajociens occupent le reste du plateau jusqu'au bord de l'abrupt qui domine le Wallbach, abrupt déterminé par les grès bathoniens des Mülkerblatten. Au SW, le Dogger des Mülkerblatten disparaît sous des terrains glissés. On ne le trouve plus ailleurs sur notre territoire.

La pente de Wallegg est occupée par du glaciaire.

Le Wallbach.

Remontons le torrent du Wallbach, en suivant d'abord le sentier qui longe la rive droite. A la cote 1160 m. affleurent des calcaires spathiques gréseux, micacés, à pâte bleuâtre et patine claire, plongeant au N de 40°. Plus en amont (1180) où un petit pont franchissait autrefois le torrent, ils sont recouverts par l'Oxfordien. C'est un ensemble de schistes argileux noirs, sans mica, se débitant en grandes plaques. On y trouve, intercalés, quelques bancs minces de calcaire lourd, sombre, chargé de cristaux de pyrite. La pyrite se développe également dans les schistes sous forme de nodules atteignant la dimension du poing. On y trouve des *Peltoceras arduennense* D'ORB. déjà signalés par M. LUGEON, quelques rares bélemnites et des dendrites. Les couches plongent au N de 30°.

Une centaine de mètres en amont, les calcaires spathiques gréseux, d'âge bathonien, ressortent en boutonnière de dessous l'Oxfordien. Ce dernier occupe ensuite les deux rives du torrent.

A la cote 1240, le Wallbach fait une cascade, déterminée par les couches dures du Bathonien, calcaire spathique, sableux, en bancs de 0,5 à 1 m. d'épaisseur, plongeant au N. Le torrent en amont de la cascade a taillé son lit dans les calcaires bathoniens. L'Oxfordien passe sur la rive gauche. Les calcaires spathiques deviennent de plus en plus gréseux et micacés à mesure que l'on monte.

A la cote 1370 m., ils se redressent brusquement; on les voit presque verticaux sur la rive gauche, reposant sur des schistes gris-clair ou plus sombres, contenant des lentilles de calcaire clair, dense, pyriteux. Peut-être avons-nous affaire à l'Oxfordien comme le pensait M. LUGEON. Bien que nous n'y ayons pas trouvé de fossiles, nous l'avons cartographié comme Oxfordien, car il semble occuper le cœur du synclinal des Mülkerblatten. En effet, dès la cote 1390, sous les schistes gris (Oxfordien?), on retrouve les calcaires spathiques, gréseux (Bathonien) plongeant de 40° au N. Les bancs, séparés par des minces délits, à patine rousse, très micacés, sont plus grossièrement détritiques au sommet qu'à la base. Le Bathonien fait partie du flanc normal du synclinal. Il affleure jusqu'à la cote 1585 m.

Au-delà, les affleurements cessent; le torrent passe entre des glissements de terrains (rive gauche) et des éboulis, puis une importante masse tassée (rive droite).

Quittons le Wallbach et remontons un de ses affluents de la rive droite. Il prend naissance environ 500 m. à l'W du sommet des Mülkerblatten et se jette dans le Wallbach à la cote 1590 m.

1590 à 1675 m. Eboulis.

1675 à 1690 m. Calcaire spathique, gréseux, en bancs de 30 cm. (Bathonien, flanc normal du synclinal).

1690 à 1720 m. Schistes argileux sombres, légèrement micacés, contenant des lentilles ou de minces bancs de calcaire dense, pyriteux, à pâte claire. Rognons de pyrite dans les schistes. Oxfordien ?

1720 à 1760 m. Calcaire très gréseux, spathiques bleu-gris. Surface ponctuée de points bruns (limonite) Bancs ayant jusqu'à 2 m. de puissance (Bathonien du flanc renversé).

dès 1760 m. Schistes argileux sombres, parfois très gréseux et micacés. Bajocien.

Résumé.

La nappe du Laubhorn débute par une zone de Trias reposant sur le Flysch de la nappe du Mont Bonvin. La bande triasique (cornieule et gypse), simple vers le S, se complique vers le N de lames anticlinales pincées dans l'Aalénien. Le Lias calcaire manque, c'est directement l'Aalénien qui repose sur le Trias. Les hauteurs des Mülkerblatten sont formées de Bajocien schisteux et de Bathonien grésospathique, ce dernier dessinant un synclinal très net, plongeant et ouvert au NW. Dans le Wallbach, le cœur du synclinal est occupé par des schistes gris, peut-être oxfordien ? Le flanc renversé de l'anticlinal est formé de Bathonien et de Bajocien; reposant sur ce dernier, on trouve (à Tschätten) des calcaires spathiques (probablement Liasique) supportant des Klippes de Malm appartenant à une autre unité, celle du Mont Bonvin (zone du Lochberg). L'Oxfordien du Wallbach qui repose sur le Bathonien du flanc renversé du synclinal ne fait également pas partie de la nappe du Laubhorn. Probablement, comme les Klippes de Malm de Tschätten appartient-il à la nappe du Mont Bonvin.

Nous discuterons plus en détail ces questions à la fin du présent chapitre.

3° La zone du Lochberg

Cette zone fut découverte par M. LUGEON qui en 1920 (17) décrivit la coupe du torrent du Lochberg (rive gauche du Wallbach). Il considérait cette étrange série comme indépendante de la nappe du Laubhorn et lui donna le nom provisoire de nappe du Lochberg. M. DE RAAF, en 1929 (25), précisa certains points de la stratigraphie de cette zone, qu'il rattachait à la nappe du Niesen, en se basant sur des analogies de faciès.

La zone du Lochberg affleure sur 4 km. de longueur environ sur le versant gauche de la vallée du Wallbach. Sa puissance maximum est d'environ 250 m. Elle ne forme pas un affleurement continu, mais quatre secteurs séparés par des glissements de terrain, issus de la bande d'Aalénien qui la recouvre. Ces secteurs sont les suivants du NE au SW :

1° Les torrents de Sulzig (Moritzgraben) près du pt. 1530,0 m.

2° Le promontoire de Ranslauenen, à mi-chemin des torrents d'Unter Lochberg et du Lochberg¹⁾.

3° Le torrent du Lochberg.

4° Les environs du chalet de Haslerberg (chalet appelé Kaslepbalg, par erreur sur l'ancien 1 : 50 000, feuille n° 472); le chalet se trouve 300 m. au NW du chalet coté 1758 m.

Nous allons décrire premièrement le torrent du Lochberg, qui présente la meilleure coupe de cette zone si complexe.

¹⁾ Ce nom de Ranslauenen, qui figurait sur l'ancienne carte Siegfried, ne se trouve pas sur la nouvelle base topographique.

Le torrent du Lochberg (Fig. 13).

Du confluent du torrent du Lochberg avec le Wallbach (cote 1645 m.) remontons le torrent. A quelques mètres de l'embouchure, les affleurements commencent (voir fig. 13).

Niveau 1: A la base: schistes argileux noirs ou verdâtres à intercalations lenticulaires de grès quartzitiques très micacés et de grès argileux. Plongement NE de 60°. Epaisseur 3 m. Puis 4 m. sans affleurement.

Ensemble de lentilles de 20 à 30 cm. d'épaisseur sans délits schisteux (calcaire et surtout grès microbréchiques à éléments 0,5 à 1 cm. et grès fins).

Au-dessus: Schistes plus ou moins gréseux de 1 m. d'épaisseur supportant une lentille de brèche à éléments de 1 à 2 cm. (calcaire noir, calcaire dolomitique, schistes cristallins), surmontée de grès calcaires légèrement spathiques.

Tout le niveau 1 nous semble être du Flysch.

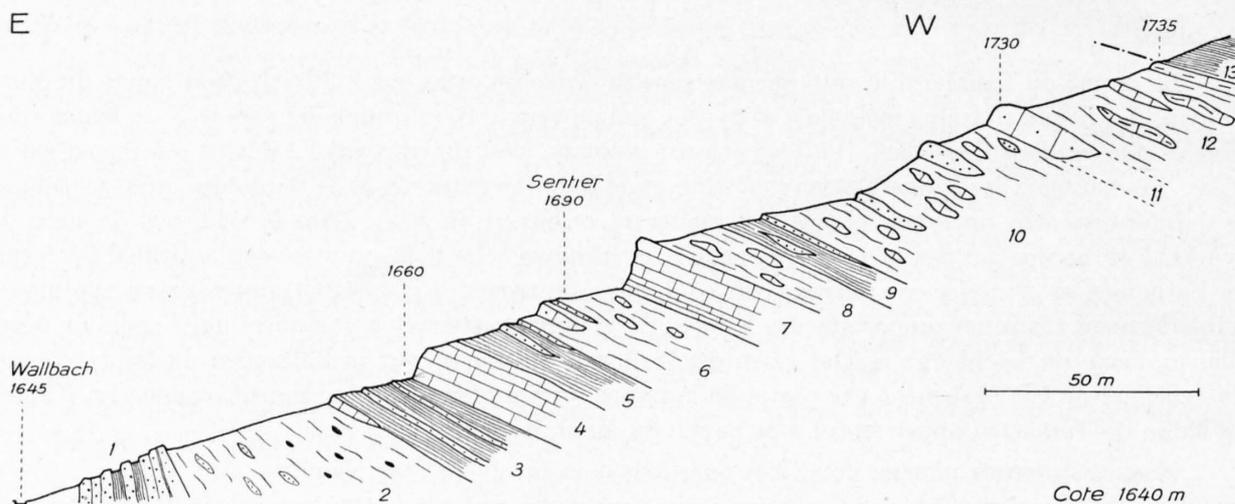


Fig. 13. Coupe schématique du torrent du Lochberg

Niveau 2: Schistes argileux sombres, non micacés, contenant à la base des lentilles gréseuses. Puis des rognons de pyrite apparaissent dans les schistes, accompagnés au sommet de miches de calcaire dense, pyriteux.

Le niveau 2 rappelle l'Oxfordien du Wallbach. Mais nous n'y avons pas trouvé de fossile.

Niveau 3: Sur la rive droite, surmontant les schistes du niveau 2, on voit une lentille de 1 m. d'épaisseur de calcaire compact, recouverte d'une alternance de schistes et de grès micacés.

La base de ce niveau semble être du Malm, le sommet du Flysch.

Niveau 4: Calcaire à pâte bleue, par places à silex, en bancs de 10 à 20 cm. Puissance 15 m. environ. Malm.

Niveau 5: Schistes argileux noirs, sans micas et lentilles de grès. C'est dans ce niveau que M. DE RAAF a trouvé une petite *nummulite* dans les schistes. Flysch éocène.

Niveau 6: Schistes argileux verts enrobant des lentilles diverses. Citons en dessous du sentier des marbres gris-verdâtre. Au-dessus du chemin, les schistes sont parfois rougeâtres, les lentilles nombreuses et de petite taille (calcaires marmoréens, blancs ou bleus, calcaire compact, grès fin, une lentille de grès granitoïde). Dans les calcaires compacts, on voit au microscope des radio-laires et des *Calpionnelles* (Tithonique).

Ce niveau contient des lentilles de Malm, de grès du Flysch, etc.

Niveau 7: Calcaire marmoréen, à patine bleue. A la base, il est en plaquettes de 1 à 5 cm. séparées par des délits de schistes argileux gris. Au sommet, calcaire compact, à pâte fine, en gros bancs.

Dans la zone plaquetée, on voit de nombreux aptychus dont *Aptychus punctatus* et de bélemnites. C'est le Malm. La lentille très puissante sur la rive gauche du torrent (20 à 30 m.), s'écrase rapidement sur la rive droite.

Niveau 8: Schistes verts, gras au toucher, contenant des lentilles diverses; niveau analogue au niveau 6.

Niveau 9: Schistes argileux noirs, à intercalations de grès micacés. Les grès sont quartzitiques, d'aspect granitoïdes. On trouve aussi, à ce niveau, quelques lentilles de calcaire. Flysch.

Niveau 10: Schistes argileux verts, à lentilles diverses. Vers la base de ce niveau, nous avons trouvé une lentille de calcaire sombre, grossièrement spathique, à bélemnites (Lias); plus haut, un banc de grès granitoïde (Flysch); puis des lentilles de calcaire clair à *Calpionelles* (Tithonique), de la radiolarite verte, des calcaires à radiolaires (Malm). Puis un nouveau banc de grès granitoïde (à 10 m. du premier) (Flysch). Au-dessus, on retrouve des calcaires à radiolaires et à *Calpionelles* (Malm). A la partie supérieure de ce niveau, les grès deviennent très fréquents.

Niveau 11: Gros banc de marbre blanc encroûté de schistes verts. On y voit quelques rares bélemnites étroites (Valanginien?).

Niveau 12: Schistes gris alternant avec des calcaires à pâte fine bleu-sombre, et des calcaires à petites *Orbitolines* et *Diplopora Mühlbergi* LORENZ, Barrémien.

Sur le Barrémien, cote 1735, repose directement:

Niveau 13: L'Aalénien «des cols», dont la base a un faciès assez spécial, plus ou moins gréseux. Il se présente en dalles sombres, couvertes de pistes de vers noires ou limoniteuses. On y trouve des miches de calcaire noir, dense, pyriteux, des bancs lenticulaires de grès à points limoniteux, et du calcaire légèrement spathique. Vers le haut, cet ensemble passe graduellement à de l'Aalénien de faciès habituel, supportant la cornieule de la nappe du Niesen. M. DE RAAF signale des *Harpoceras* dans cet Aalénien de faciès classique. La zone plus gréseuse de base n'a pas livré de fossile. Elle n'est pas sans analogie avec le Bajocien des Mülkerblatten.

Si c'est réellement du Bajocien, l'Aalénien serait en série renversée. Et il en est probablement ainsi. En effet, les couches gréseuses de base sont très différentes du Toarcién tel que nous le connaissons à l'Ober Laubhorn. Sans doute ce faciès pourrait changer d'un endroit à l'autre. Mais M. DE RAAF signale (25, p. 58) une *Sonninia*, indéterminable spécifiquement, mais dont le genre est bien certain et qui caractérise le Bajocien. M. de Raaf a trouvé ce fossile 600 m. environ au S de Egg (à l'W du Tauben) sur le versant de Lauenen. Dans cette région, l'Aalénien est accompagné de parties gréseuses, pareilles à celles qui forment ici sa base.

Il paraît donc bien qu'ici l'Aalénien surmonte des couches bajociennes et soit en position renversée.

La région de Ranslauenen.

L'éperon de Ranslauenen (voir p. 37) isolé du torrent du Lochberg par un glissement de terrain montre la coupe suivante, de bas en haut (voir fig. 14).

- 1° Schistes brillants.
- 2° Calcaire à patine bleue, à silex (Malm).
- 3° Schistes argileux verts, contenant des lentilles de calcaires divers, de marbres et de grès.
- 4° Grès granitoïde. Flysch.

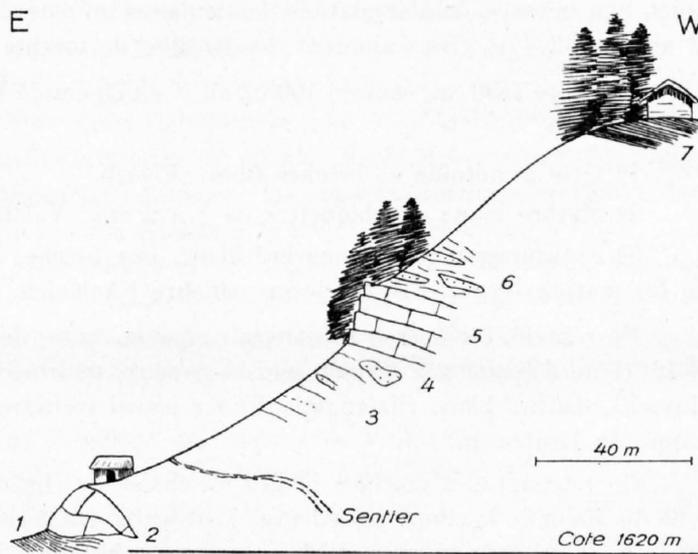


Fig. 14. Coupe de Ranslauenen

1, 3: Schistes brillants. 2: Malm. 4, 6: Flysch. 5: Valanginien. 7: Aalénien

- 5° Marbre blanc en bancs de 20 à 30 cm., se débitant en plaquettes. Valanginien ?
- 6° Alternance de grès et de schistes. Flysch.
- 7° Aalénien de la nappe du Laubhorn.

Les torrents de Sulzig (Moritzgraben).

M. DE RAAF (25, p. 85) a donné une description fort précise de la zone du Lochberg dans le Moritzgraben (branche NE du torrent de Sulzig). Nous n'en donnerons qu'un bref aperçu. Ces torrents sont situés 1,8 km. au N du sommet des Mülkerblatten.

Dans le torrent, de son confluent avec le Wallbach jusqu'à la cote 1460, affleurent les grès spathiques, continuation du « bathonien des Mülkerblatten ». Après quelques mètres de glaciaire, commence la « zone du Lochberg » qui occupera le lit du torrent jusqu'à la cote 1560 m. Au-dessus affleure l'Aalénien gréseux à pistes de vers (Bajocien ?) de la nappe du Laubhorn. Le contact de la zone du Lochberg et de l'Aalénien des cols est caché par quelques mètres d'éboulis.

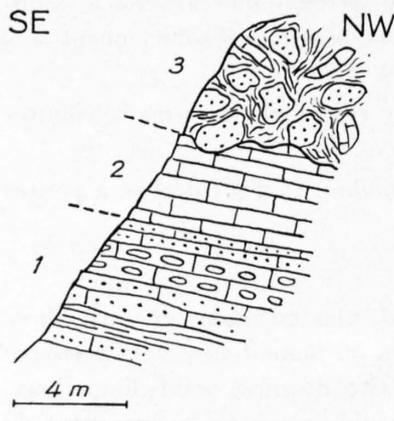


Fig. 15. Coupe 100 m. N du chalet de Haslerberg

1: Flysch. 2: Valanginien. 3: Flysch

La zone du Lochberg, de la cote 1475 au sentier (cote 1520) est représentée par un ensemble de schistes verts, contenant des lentilles de petites tailles où prédominent les calcaires et les marbres. De 1520 à 1560, les schistes sont plus sombres, les lentilles de marbres et de calcaires deviennent rares, tandis que les grès abondent.

Les environs du chalet de Haslerberg.

Le chalet de Haslerberg est situé 300 m. environ au NW du chalet coté 1758 m. Le chalet 1758 m. est bâti sur un glissement de terrain; à 300 m. de là, en direction du N, on voit un éperon de roche en place, qu'une autre masse glissée sépare du torrent du Lochberg. L'éperon se termine en pointe à la cote 1780 m. On remarque, à sa base, une brèche à gros éléments (de 20 à 30 cm.) cristallins, surtout de granite blanc. La brèche a 4 m. d'épaisseur; elle passe verticalement à une brèche à éléments calcaires et cristallins de petites dimensions, pris dans un ciment calcaréo-sableux, à petites nummulites. Plus haut dans la pente, on trouve des fragments de grès micacés en plaquettes. A la cote 1800 m. affleure du calcaire, en bancs minces et à patine bleue. Ce calcaire est probablement du Malm, la série des brèches et des grès sous-jacents, du Flysch éocène. Le Malm forme une lentille de 1 m. d'épaisseur et supporte des schistes argileux noirs, non micacés, à intercalations lenticulaires gréseuses. Plus haut, les schistes deviennent verdâtres et aux lentilles de grès s'ajoutent des lentilles de marbre et de calcaire.

A la cote 1890 m., environ 100 m. au N du chalet de Haslerberg, on peut observer la coupe suivante (voir fig. 15):

- 1° Grès granitoïde et brèches fines. Flysch.
- 2° Marbre blanc en plaquettes de 1 à 2 cm. Valanginien ?
- 3° Transgressant sur le marbre blanc, une brèche, à éléments de roches cristallines et fragments de (2) marbre blanc. Peu au-dessus affleure l'Aalénien.

En résumé, cet éperon montre la coupe suivante; de bas en haut: Flysch éocène (brèche et grès). Malm (1 m. d'épaisseur). Flysch schisto-gréseux, schistes verts à lentilles diverses: grès et microbrèches (Flysch), marbre blanc (Valanginien ?) sur lequel transgresse le Flysch (brèche), enfin l'Aalénien de la nappe du Laubhorn.

On retrouve des marbres blancs au chalet de Haslerberg. Ils occupent une position analogue à celle du Malm de la coupe précédente. L'affleurement forme une petite butte derrière le chalet. La base est faite de calcaire marmorisé blanc ou légèrement rosé, légèrement plaqueté, de 8 m. d'épaisseur. Le marbre contient des silex. Au-dessus vient un calcaire à radiolaires, plus ou moins marmorisé, dont la pâte est bleue. Puissance 5 m.

Le sommet de la butte est formé d'une dalle de marbre blanc de 5 à 6 m. de puissance. Vers son extrémité W, on voit un petit affleurement de brèche à éléments cristallins et morceaux de marbre blanc. Peut-être ce Flysch est-il transgressif sur le marbre, comme c'est le cas dans la section précédente? C'est fort probable, mais le contact de ces formations n'est pas visible au chalet de Haslerberg. L'âge des marbres blancs est indéterminé (Malm ou Valanginien).

Cette zone se poursuit vers le W; les marbres affleurent à nouveau vers les petits marais du chalet non cartographié, environ 200 m. à l'W du chalet de Haslerberg. Cinquante mètres au NE du chalet on observe la coupe suivante, dans la petite éraillure d'où sort le filet d'eau qui alimente une fontaine (fig. 16):

- 1° Schistes verts brillants contenant quelques lentilles gréseuses.
- 2° Marbre blanc à silex, épaisseur 3 m. Valangien ou Malm.
- 3° Schistes satinés à lentilles gréseuses.
4. Conglomérats à éléments cristallins de 2 à 3 cm.

Cet ensemble paraît occuper une position plus élevée dans la zone du Lochberg que celle des marbres du chalet de Haslerberg.

La zone du Lochberg, dans le secteur de Haslerberg, comme partout ailleurs, est directement recouverte par l'Aalénien. Au S (juste à l'W du chalet coté 1758 m.), elle repose sur une bande de cornieule triasique. En suivant ce Trias de l'E à l'W, on le voit se rapprocher de plus en plus de l'Aalénien et, à la cote 1960, venir directement au contact de ce dernier. La zone du Lochberg se trouve ainsi réduite à zéro. Plus à l'W le Trias se poursuit jusqu'au col du Trüttlisberg toujours recouvert directement par l'Aalénien.

Remarque sur la zone du Lochberg.

M. DE RAAF considérait la zone du Lochberg comme un repli basal de la nappe du Niesen, planté dans les terrains tendres de la nappe du Laubhorn. Il se basait pour rattacher cette zone au Niesen sur des considérations de faciès (schistes verts brillants, brèches à éléments cristallins et marbres). M. LUGEON, dans une des coupes de son ouvrage sur les «Hautes Alpes calcaires» (14, pl. VIII) raccordait la zone du Lochberg aux nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin.

Il semble bien que cette deuxième hypothèse soit la plus vraisemblable pour les raisons suivantes:

1° En deux points, le Flysch de la zone du Lochberg est certainement éocène (niveau 5 du torrent du Lochberg et base de l'éperon de Haslerberg). Or la nappe du Niesen est caractérisée par du Flysch crétacé (27).

2° Nous avons décrit sur le versant droit de la Simme un pli plongeant (Metschstand) des nappes Plaine Morte et Mont Bonvin au sein des terrains du Laubhorn. La zone du Lochberg se trouve dans une situation très analogue. Résumons quelques faits relatifs à la zone du Lochberg:

La zone du Lochberg a la forme d'une vaste lentille (4 km. de long, 250 m. d'épaisseur maxima) directement surmontée par l'Aalénien des cols. Elle se coince à l'W, où elle repose sur une bande triasique; elle s'écrase également à l'E. Là, elle est en contact avec le Dogger des Mülkerblatten.

Elle est constituée par un ensemble de lentilles, les unes de très grandes dimensions, d'autres plus petites, enrobées dans des schistes.

La base est formée principalement par du Flysch et des lentilles de Malm; au sommet, on trouve des marbres blancs (Valanginien) du Barrémien et du Flysch. Le Barrémien n'affleure que dans les secteurs centraux (Lochberg et Ranslauenen). A l'W, le Flysch transgresse directement sur le marbre blanc (Valangien?), ce qui expliquerait la disparition du Barrémien. Au NE (Sulzig), l'ensemble est complètement broyé et on n'y reconnaît plus cette succession. La base, Flysch et Malm, se rattacherait à la nappe du Mont Bonvin, les Crétacés du sommet à celle de la Plaine Morte. Cela est évidemment très schématique.

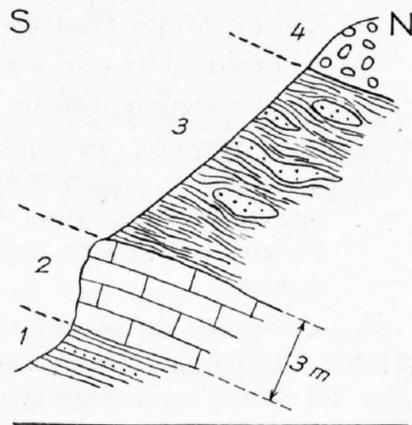


Fig. 16. Eraillure 50 m. NE du chalet 1900 m.
 1: Schistes brillants. 2: Malm (?).
 3: Schistes satinés et grès.
 4: Conglomérat Flysch

Les Klippes de Malm du plateau de Tschätten (Mülkerblatten) restant sur le flanc renversé du synclinal des Mülkerblatten font certainement partie de la zone du Lochberg. Il en est probablement de même de l'Oxfordien de l'embouchure du Wallbach, qui, lui aussi, surmonte le Dogger renversé du synclinal.

Nous ne pensons pas que la zone du Lochberg soit la continuation vers l'W de la lame du Metschstand. Cette dernière est constituée par un noyau (Plaine Morte) essentiellement fait de couches de Wang et de Turonien, tandis que la zone du Lochberg n'en contient pas. Il s'agit plutôt d'une écaille tectoniquement plus élevée que celle du Metschstand.

Le brillant des schistes et la présence de marbre sont probablement le résultat du dynamo-métamorphisme.

4° Les Haslerbergmäder et le Flysch de Stand (pt. 2076)

Le haut de la vallée du Wallbach est occupé par des glissements de terrain qui longent le pied du Trias des *Stüblenen*. Au N des glissements, on voit un escarpement dominé par un plateau marécageux descendant faiblement à l'E. C'est la région des *Haslerbergmäder*. C'est l'abrupt dominant le torrent sur sa rive gauche, qui présente les meilleurs affleurements.

A l'extrémité E de l'abrupt, on a la coupe suivante, en s'élevant au N du chalet à foin (300 m. au SW du chalet coté 1758 m.):

- a) Eboulis sur une vingtaine de mètres.
- b) Schistes argileux noirs à rognons de calcaire noir, pyriteux, épaisseur 5 m. Aalénien.
- c) Schistes argileux, plus ou moins gréseux, micacés. Bajocien. Epaisseur 10 m.
- d) Grès légèrement spathiques, en gros bancs, séparés par des intercalations argileuses (de 20 cm. de puissance), contenant des bancs minces, lenticulaires, de calcaire spathique foncé. Les grès sont parfois très grossiers et la stratification est partiellement masquée par une schistosité oblique. Ces grès sont les mêmes que ceux des Mülkerblatten. Leur épaisseur est de 15 m. environ. Bathonien.

Une centaine de mètres à l'W, on trouve sur le Bathonien une brèche polygénique, à éléments de 2 à 3 cm. La brèche est légèrement schistoïde et passe vers le haut à des grès fins micacés, lités, alternant avec des schistes argileux sombres. Le contact du Flysch et du Bathonien est probablement tectonique. Le Dogger ne se retrouve plus à l'W de ce point. Le synclinal des Mülkerblatten s'écrase totalement; seuls le Trias et l'Aalénien de sa base se poursuivent dans la partie occidentale de notre territoire.

Au-dessus du coude que décrit le torrent vers 1800 m., l'escarpement est déterminé par les terrains suivants:

- a) A la base, cote 1820, une grosse lentille de calcaire lité, à silex, à patine bleue. Malm.
- b) Une cinquantaine de mètres de schistes argileux sombres, sans micas, contenant des bancs de grès grossiers ou fins, de brèches polygéniques. Flysch.
- c) Sur ce dernier, au bord du plateau, on trouve une lentille de marbre blanc, en bancs peu distincts, avec de rares délités schisteux verts. Ce marbre rappelle beaucoup le marbre (valanginien?) du torrent du Lochberg. Vers l'W le marbre blanc est relayé par d'autres lentilles de calcaire, moyennement marmorisé, à patine bleue. A part quelques aptychus, il est sans fossiles. Malm.

A la cote 1900 m., un éperon de roche en place traverse le torrent. On y observe la succession suivante (voir fig. 17, pag. 43):

- 1° Schistes argileux et grès micacés. Flysch.
- 2° Calcaire siliceux, marmorisé. Patine bleue. Malm.
- 3° Schistes ardoisiers, brillants, sombres, sans micas, à intercalations de grès fins micacés. Flysch.
- 4° Calcaire marmorisé, patine bleue, en plaquettes de 2 à 5 cm. Malm.

Le Malm (4) fait partie de la zone de lentilles qui débute à l'E par le marbre blanc valanginien. Le plateau marécageux qui domine l'escarpement est fait de Flysch de faciès banal.

A la cote 2000 m., 250 m. à l'E du sommet coté 2076 m. (Stand), on voit affleurer de l'Aalénien, qui est la continuation de celui que nous avons signalé au début de ce chapitre (300 m. au SW du chalet 1758). Il supporte une lentille de cornieule, et directement dessus affleure le Flysch du plateau marécageux. Il n'y a plus trace, ni de Dogger, ni de Malm ou de marbre blanc. Les lentilles des Haslerbergmäder s'écrasent donc vers l'W.

Le Flysch du plateau de Haslerbergmäder s'enfonce au N sous une bande triasique, faite de cornieule et de gypse, qui le sépare ainsi de l'Aalénien des cols aux environs du col de Trüttlisberg. Plus à l'E, cette même bande de Trias sépare le Flysch de Haslerbergmäder de la zone du Lochberg. La position réciproque des deux zones est ainsi bien marquée: celle de Haslerberg est tectoniquement au-dessous de celle du Lochberg.

Résumé:

Les lentilles mésozoïques et le Flysch des Haslerbergmäder forment une masse lenticulaire plongeante, encadrée de terrains de la nappe du Laubhorn; au N par du Trias, au S par du Dogger, de l'Aalénien et du Trias.

La zone des Haslerbergmäder consiste principalement en Flysch schisto-gréseux, à la base duquel s'intercalent deux séries de lentilles mésozoïques. Celles de la base étant d'âge jurassique supérieur, les lentilles de la série supérieure comptant, en plus du Malm, du marbre blanc, peut-être valanginien. Ces deux zones s'écrasent rapidement à l'W.

Remarque:

M. DE RAAF rattachait cette zone des Haslerbergmäder à la nappe du Niesen, par analogie avec celle du Lochberg. Or nous avons trouvé des nummulites dans le Flysch des Haslerbergmäder; on ne peut donc plus admettre cette liaison, le Flysch du Niesen étant uniquement crétaé.

Il s'agit bien, comme le pensait M. DE RAAF, d'une série étrangère à la nappe du Laubhorn, plantée dans cette dernière. Comme pour la zone du Lochberg, nous pensons qu'il faut rattacher cette zone aux nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin.

La zone des Haslerbergmäder ne fait que relayer vers l'W celle du Lochberg.

5° L'Aalénien des cols entre le Trüttlisberg et la Lenk

Il existe, formant la limite N de notre terrain, une bande aalénienne fort constante, dans laquelle sont taillés les cols de Krinnen, de Trüttlisberg, du Hahnenmoos et que l'on appelle souvent, pour cette raison, l'Aalénien des cols. Du col du Trüttlisberg en direction de la Lenk, la bande aalénienne se suit aisément, bien qu'elle soit souvent interrompue par des glissements de terrain. Un kilomètre environ à l'W de la Lenk, l'Aalénien disparaît sous le glaciaire, nous l'avons décrit précédemment de la Lenk au col du Hahnenmoos. Dans la région de Trüttlisberg, l'Aalénien repose sur une bande de Trias. On pourrait croire qu'il s'agit d'une série normale, mais ce n'est pas le cas. Deux raisons le prouvent:

1° A l'E du col, nous avons montré que la zone du Lochberg vient s'écraser entre le Trias et l'Aalénien.

2° Dans le secteur du Lochberg (de Haslerberg à Sulzig), on ne voit pas de Trias à la base de l'Aalénien. Ce dernier débute par une zone gréseuse peut-être bajocienne. La série serait donc renversée, comme nous l'avons vu (p. 39).

La limite N de l'Aalénien est marquée par une zone de cornieule qui appartient à la nappe du Niesen (zone mésozoïque de Krinnen, voir DE RAAF, 25). Cependant cet auteur signale quelques petites écailles

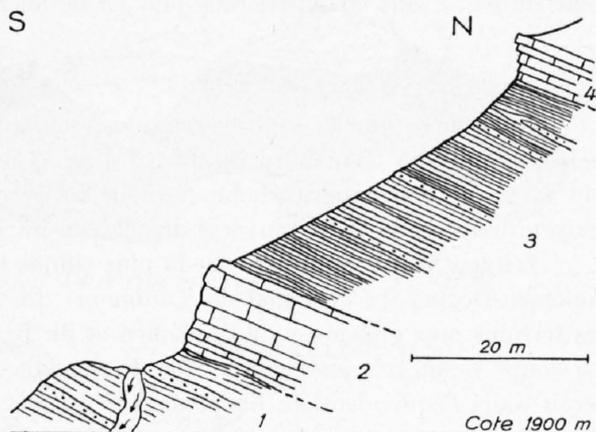


Fig. 17. Coupe des Haslerbergmäder

1: Flysch. 2: Malm. 3: Flysch. 4: Malm

de Flysch, sous le Trias de la zone de Krinnen, qu'il rattache à sa zone de Flysch d'Ochsenweid. La zone mésozoïque d'Ochsenweid manque totalement.

Le Flysch d'Ochsenweid est éocène, il fait donc partie des Préalpes internes et non de la nappe du Niesen. Peut-être est-il lié stratigraphiquement à l'Aalénien des cols. Cela semble la solution la plus simple. Nous en reparlerons plus en détail à la fin de la partie tectonique.

6° Remarques

Examinons quelles sont les relations tectoniques entre l'Ober Laubhorn et les Mülkerblatten. Rappelons que l'Ober Laubhorn est formé d'un synclinal triasico-liasique ouvert au N; les Mülkerblatten ont la même disposition synclinale, mais les terrains qui le composent sont différents; à part le Lias moyen douteux du flanc renversé du plateau de Tschätten, le Lias calcaire en est totalement absent.

L'hypothèse à première vue la plus simple revient à considérer les Mülkerblatten comme le cœur Aalénien-Dogger du synclinal du Laubhorn. Le Lias calcaire rigide étant resté en arrière, tandis que les terrains plus plastiques de l'Aalénien et du Dogger auraient été chassés en avant (voir figure 18, A). La coupe serait très analogue à celle du versant droit de la vallée de la Simme. La zone du Lochberg serait alors l'équivalent du pli plongeant du Metschstand.

M. LUGEON nous a suggéré une explication différente, qui paraît de prime abord plus compliquée, mais explique mieux certains faits curieux. Cette deuxième hypothèse (voir fig. 18 B) consiste à séparer les deux synclinaux des Mülkerblatten et de l'Ober Laubhorn. Celui de l'Ober Laubhorn s'écraserait dans le Trias de base Goldernen-Stüblenen. Il en serait de même de la lame du Metschstand (Plaine Morte-Mont Bonvin) qui séparerait les deux synclinaux. La zone du Lochberg serait un pli plongeant supérieur à la lame du Metschstand.

Un certain nombre de raisons nous ont fait admettre la deuxième hypothèse (fig. 18 B) comme la plus probable.

1° D'abord on ne retrouve pas de Dogger et peu d'Aalénien dans le synclinal triasico-liasique du Metschhorn (rive droite de la Simme). Ce qui serait assez extraordinaire si la première hypothèse était vraie.

2° La zone du Lochberg est trop différente de celle du Metschstand pour en être la continuation.

3° Au Stüblenen et sur le versant droit de la vallée de Lauenen, on trouve, pris dans le Trias, des îlots de calcaires liasiques et même du Turonien (*Wolfegg*). La présence de ces lentilles, spécialement celle de Turonien, serait inexplicable en adoptant la première hypothèse, tandis qu'avec la seconde (fig. 18 B) cela se comprend facilement. Ce sont les derniers témoins du Lias de l'Ober Laubhorn et du Crétacé supérieur de la lame du Metschstand.

Nous avons décrit comment la zone du Lochberg s'écrase vers l'E; il doit en être de même du synclinal des Mülkerblatten, car sur le versant droit de la vallée de la Simme, on ne retrouve plus trace de ce Dogger.

Dans l'Ober Laubhorn, le Trias est lié stratigraphiquement au Lias calcaire; or, comme l'Aalénien et le Dogger semblent indépendants du reste du Lias, il devient probable que le Trias également ne joue pas avec l'Aalénien. Nous avons montré que dans la région de Trüttlisberg, ils sont bien indépendants l'un de l'autre, la zone du Lochberg venant se coincer entre eux.

Nous ne possédons pas de preuve qu'il en soit de même pour le Trias du flanc SE des Mülkerblatten. Mais l'absence de Lias calcaire entre le Trias et l'Aalénien nous incite à admettre qu'il s'agit d'une liaison plutôt tectonique que stratigraphique.

Le Wallbach divise le versant gauche de la vallée de la Lenk en deux régions de caractère tectonique différent. Au S, l'influence de la nappe du Wildhorn est importante. Les ultrahelvétiques se moulent sur les plis helvétiques. La nappe du Laubhorn est plus indépendante. Elle présente de belles charnières synclinales régulières. Les terrains forment de longs affleurements continus. Au N du Wallbach, le régime change: les charnières disparaissent, les séries deviennent monoclinales, les terrains sont plus lenticulaires, plus broyés. Dans cette zone, c'est l'influence de la masse chevauchante du Niesen qui est prépondérante.

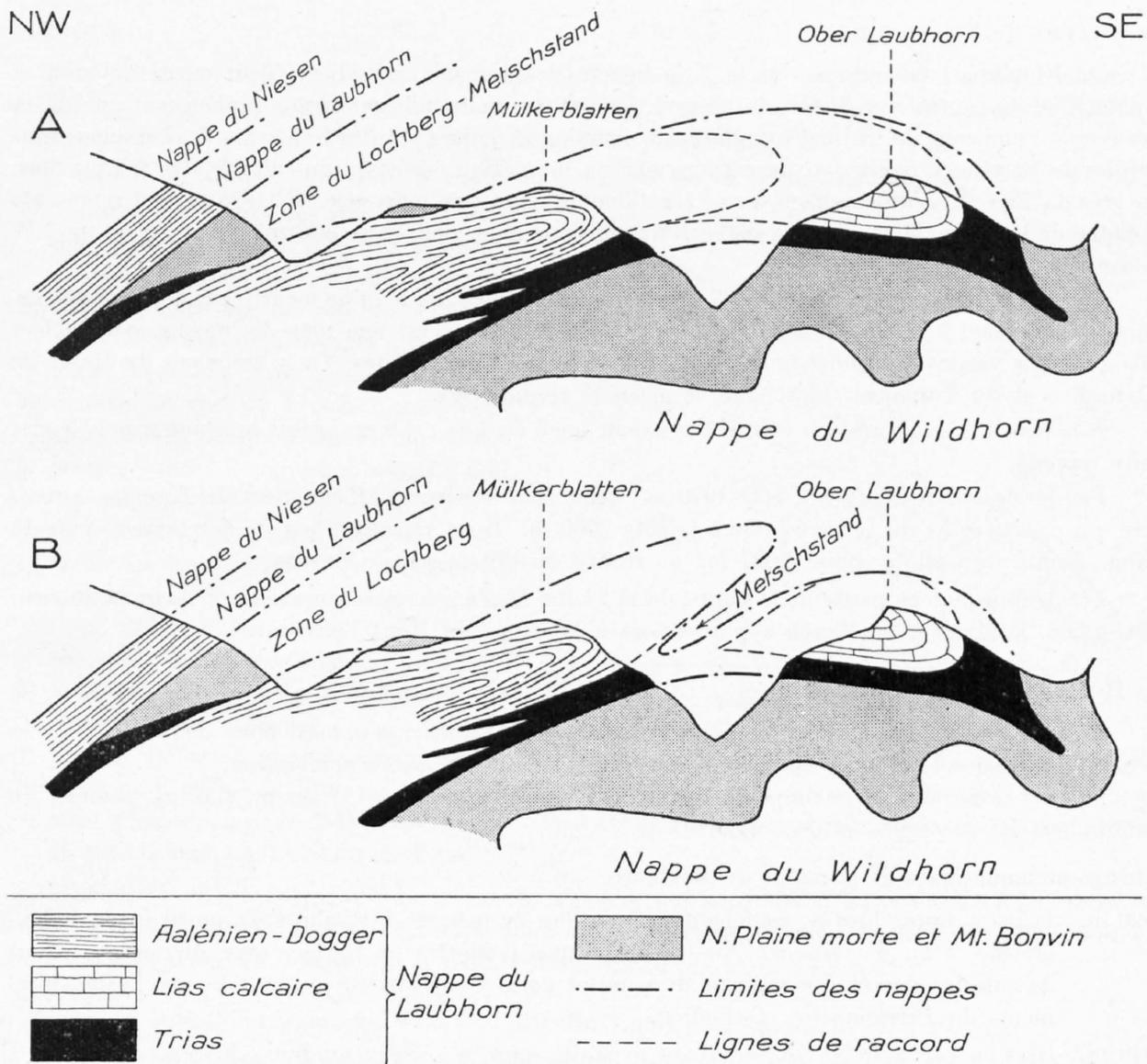


Fig. 18. Schémas tectoniques du versant gauche de la Simme

Chapitre 5

Les environs du Rothorn et l'arête Stüblenen-Trüttlisberg (Pl. III, profils 3 et 4)

Dans ce chapitre, nous décrirons les terrains préalpins qui occupent le synclinal de Kühdungel-Stierendungel (au S du Rothorn), et ensuite l'arête Rothorn-Stüblenen-col du Trüttlisberg.

Le lambeau du Kühdungel.

L'alpage de Kühdungel occupe la dépression au pied (N) du Vollhorn. Les cônes de déjections du Dungelbach et des arcs morainiques occupent le fond de la cuvette, isolant vers le S un îlot de roche en place. C'est le lambeau de Kühdungel. Il est formé d'un gâteau de Malm, calcaire à silex, à pâte foncée et à patine bleu-clair. Sous le Malm, à son extrémité W, on voit un petit affleurement de Flysch (schistes sombres et grès). Au S, la klippe est limitée par une faille E-W qui met en contact le Malm avec les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn.

Le torrent de Stierendungel

De Kühdungel remontons vers le N le torrent de Stierendungel. Les affleurements débutent à la cote 1860 où, sur la rive droite, on observe des schistes nummulitiques broyés, plongeant au SE, et recouverts d'une zone de lentilles extrêmement complexe, comprenant des fragments de Turonien, trois lentilles de Barrémien oolithique, du calcaire siliceux brun (Hauterivien?), du calcaire clair à *Aptychus*, des grès du Flysch. L'affleurement a une trentaine de mètres de puissance. Cette zone, qui représente la nappe de la Plaine Morte, repose sur le Nummulitique haut-alpin et se poursuit obliquement au NW en direction de la *Holzersfluh*.

Le torrent en amont coule E-W, longeant une crête morainique et ne montre pas d'affleurements. Ceux-ci reprennent à la cote 1930, 100 m. au NE du pt. 1927; c'est une zone de broyage semblable à celle que nous venons de décrire, mais dont les lentilles sont plus petites. On y reconnaît du Malm, de l'Oxfordien et du Turonien. Plus haut, le glaciaire recommence.

A la cote 1945, le Turonien pointe à nouveau sur 3 ou 4 m.; il a un aspect bréchique; puis le glaciaire reprend.

Peu au-dessus du confluent, cote 1970 m., débute un important affleurement de Turonien à roselines qui occupe le lit du torrent jusqu'à la cote 2000 m. Il est recouvert par de l'Oxfordien, puis du Malm. Enfin, formant la colline 2027 m., on trouve du Flysch schisto-gréseux.

Les Turoniens font partie de la nappe de la Plaine Morte, en repos normal sur celle du Wildhorn; l'Oxfordien, le Malm et le Flysch appartiennent à la nappe du Mont Bonvin.

La Holzersfluh et le Gübishubel

Près du chalet de la Holzersfluh, on voit, pincés dans les marnes oxfordiennes, deux grands blocs de calcaire à patine bleue et à silex, dont l'un contient des *Calpionelles* nombreuses.

Faisons en remontant la coupe du torrent qui prend naissance à l'W du pt. 2116 m., sommet du Gübishubel. La succession est la suivante:

Schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn.

1920 m. Schistes bruns broyés, englobant des lentilles de calcaire à roselines Turonien et de Valanginien. 2 m. d'épaisseur. Au-dessus, marnes jaunâtres ou foncées avec des intercalations de calcaire dur et des rognons de calcaire noir. *Sowerbyceras protortisulcatum* POMP., fragments de *Perisphinctes*. Oxfordien.

1940 m. Grès en bancs de 30 cm., alternant avec des schistes gréseux sombres. Flysch.

1945 m. Schistes argileux noirs, brillants, par places tachés de limonite, contenant des miches de calcaire noir pyriteux. Aalénien.

1970 m. Oxfordien en contact mécanique avec l'Aalénien.

1980 m. Aalénien qui occupera le torrent jusqu'à la cote 2070 m. Pris dans les schistes noirs, on voit à la cote 2010 environ, sur rive droite, une lentille de cornieule et sur rive gauche, du Flysch (grès à nummulites et brèche à éléments de Malm et de calcaire bleu lumachellique, rappelant la lumachelle à *Ludwigia murchisonae* Sow.). Nous reviendrons sur la position tectonique de ces lentilles.

2070 à 2105 m. Alternance de schistes et de grès micacés. Au sommet les grès sont plus grossiers et les bancs plus épais qu'à la base. On y voit des *Discocyclines* et de petites *nummulites*. Flysch éocène.

Le sommet de Gübishubel est taillé dans les «schistes mordorés» de l'Aalénien, qui occupent dès lors l'arête reliant le pt. 2116 m. au sommet du Rothorn. Au col (300 m. E du pt. 2116) les schistes contiennent des îlots plus calcaires à *Ludwigia murchisonae* Sow.; nous avons décrit ces lumachelles au chapitre de la stratigraphie. A l'E du col passe la faille du lac d'Iffigen.

Rothorn

Le Rothorn (2276,1 m.) est la plus haute montagne de la zone des «Internes» entre la Simme et la Sarine. Il est déterminé par un anticlinal arrondi de la nappe du Wildhorn (anticlinal du Rothorn) recouvert à son sommet et sur son flanc S de terrains préalpins.

Au NE du sommet on relève la coupe suivante, de bas en haut (voir fig. 19):

- 1° Schistes nummulitiques avec, au sommet, des intercalations de calcaires sableux à nummulites (nappe du Wildhorn).
- 2° Schistes noirs broyés, contenant des lentilles de grès et de Turonien.
- 3° Malm, épaisseur 1 m.
- 4° Schistes et grès du Flysch (grès à lithothamnies et nummulites). Flysch éocène.
- 5° Marnes jaunes à nodules de calcaire noir. Oxfordien.
- 6° Grès micacés plaquetés. Flysch.
- 7° Malm en lentilles de 60 cm. d'épaisseur accompagné de calcaire clair à foraminifères. Malm et Turonien?
- 8° Schistes noirs et grès froissés. Flysch?
- 9° Schistes argileux noirs à miches de calcaire pyriteux Aalénien.
- 10° Flysch. Débutant par une brèche de base à éléments surtout calcaires, passant à des grès fins micacés, en bancs de 20 à 30 cm. Au sommet, les bancs ont jusqu'à 1,5 m. et le grès devient extrêmement grossier, on passe à de la brèche fine (éléments de 1 à 2 cm. polygéniques). Nous avons trouvé de petites nummulites dans ce Flysch.

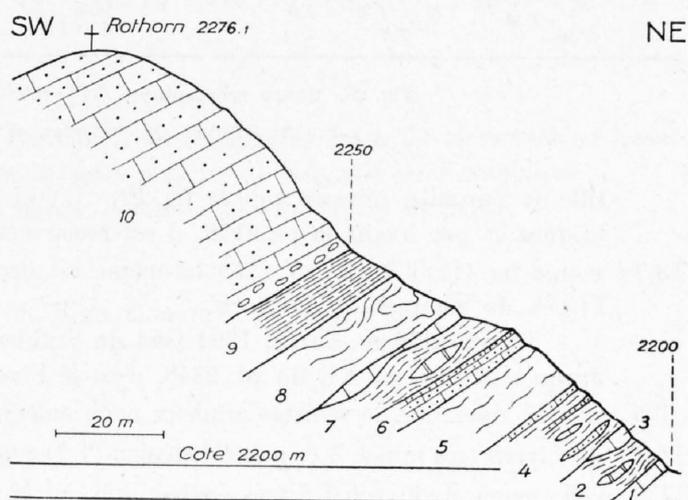


Fig. 19. Coupe au NE du sommet du Rothorn

Dans cette coupe, le niveau 2 représente la nappe de la Plaine Morte, les niveaux 3 à 10 une alternance de terrains mésozoïques et de Flysch qui semblent tous appartenir à la nappe du Mont Bonvin, comme nous l'avons vu à la fin de la partie stratigraphique.

L'arête du col 2084,0 m. au sommet du Rothorn (voir fig. 20, p. 48).

- 1° Le col 2084,0 m. situé au pied du Niesenhorn est déterminé par des «schistes mordorés», schistes argileux noirs et limoniteux à miches de calcaire pyriteux. Aalénien.
- 2° 100 m. au N du col, on voit une mince bande de Flysch schisto-gréseux, accompagné sur le versant E d'une lentille de Malm.
- 3° Plus haut, l'Aalénien reprend et se maintient à l'arête jusqu'à la cote 2130. Il plonge fortement au SE.
- 4° De 2130 à 2160 m. Oxfordien. A son voisinage avec l'Aalénien (3), sur les deux versants, on trouve par places du Bajocien à *Cancellophycus*.
- 5° De 2160 à 2200 m. Aalénien plongeant au S. Entre 4 et 5, on remarque une petite lentille de Flysch. On en retrouve une autre prise dans la masse aalénienne sur le versant W.
- 6° Flysch du sommet du Rothorn, plongeant sous 5.

Le Flysch du sommet du Rothorn est l'équivalent de celui du Gübishubel. L'Aalénien 5 se trouve donc dans la même position que celui du sommet de Gübishubel.

L'arête Rothorn-Stübelen (voir fig. 20, p. 48).

Entre le sommet du Rothorn et le pt. 2158 m., l'arête forme un ensellement peu marqué.

- T 1 En descendant du Rothorn, on traverse d'abord le Flysch (T 1) (6) sous lequel on retrouve
- T 2 de l'Oxfordien (T 2), niveau 5 de la fig. 19. Il semble reposer directement sur les schistes nummulitiques du flanc N de l'anticlinal du Rothorn; cependant, on retrouve sur le versant E une len-

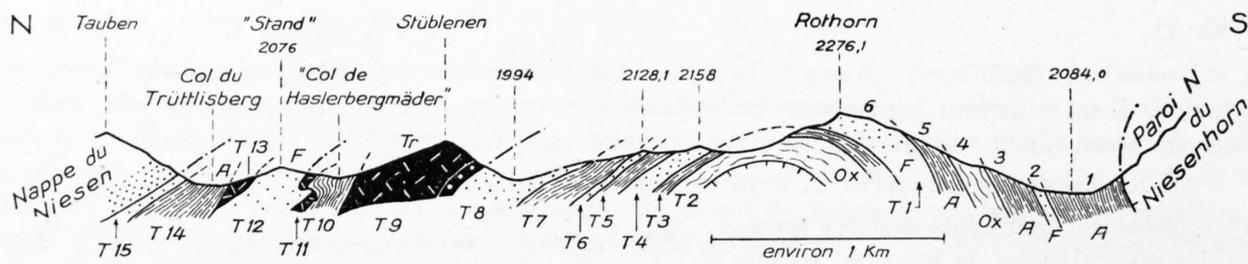


Fig. 20. Coupe schématique de l'arête Rothorn-Col du Trüttlisberg

A: Aalénien. Ox: Oxfordien. F: Flysch. Tr: Trias

tille de Turonien (niveau 2 de la fig. 19). L'Oxfordien plonge au N comme les schistes nummulitiques et peu avant le pt. 2158, il est recouvert d'une mince zone d'Aalénien (niveau 9 de la T3,T4 coupe fig. 19) T 3. Le pt. 2158 lui-même est occupé par le Flysch T 4 qui est l'équivalent du Flysch du sommet du Rothorn.

Du pt. 2158 m. au col 1994 (sud de Stüblenen), les couches plongent régulièrement au N. Jusqu'à 200 m. au NE du pt. 2158, c'est le Flysch T 4 qui occupe l'arête. Puis, par-dessus lui, T 5 on voit une zone de schistes argileux noirs aaléniens T 5. Au pt. 2138 il s'y superpose une zone T6,T7 de Flysch très mince T 6, puis l'Aalénien (T 7) reprend. A la cote 2080, il disparaît sous une nouvelle masse de Flysch T 8 très épaisse, qui, au N du col 1994 m., est recouvert par le Trias (T9) de base de la nappe du Laubhorn. Ce dernier Flysch est celui que nous avons décrit au chapitre précédent. Il se poursuit vers l'E jusqu'à Stoss en une zone continue.

L'arête du pt. 2158 au col 1994 nous montre une masse plongeante de Flysch, dans laquelle s'intercalent deux têtes anticlinales aaléniennes.

De Stüblenen au col du Trüttlisberg

T 9 Le Trias de base du Laubhorn commence, au N du col 1994 m., à la cote 2220, par de la cornieule épaisse d'une trentaine de mètres et supportant une grande masse de gypse. Le Trias se poursuit jusqu'au petit col de Haslerberg qui sépare les Stüblenen du sommet 2076 (Stand). A sa limite N, il plonge presque verticalement.

T 10 Le col de Haslerberg est déterminé par le passage d'une zone aalénienne qui se relie à l'Aalénien du flanc normal du synclinal des Mülkerblatten.

T 11 L'Aalénien de l'arête est directement recouvert par le Flysch de Stand (continuation de celui du plateau de Haslerbergmäder). Mais, entre les deux, sur les deux versants, s'intercale une zone de cornieule triasique T 11 que nous appellerons la cornieule de Vorder Trüttlisberg.

T 12 Le Flysch de Stand est de faciès banal. Ce n'est guère qu'à l'E du pt. 2076 qu'on peut l'étudier, car ailleurs il affleure mal. Sur le versant oriental, on le voit représenté presque uniquement par des grès et des schistes. Les grès sont assez variables, micacés, à grains fins ou grossiers, souvent presque quartzitiques. Certains grès ont un ciment calcaire plus abondant et contiennent de petites nummulites sans piliers. On y voit aussi des brèches schistoïdes à éléments dolomitiques et cristallins de 1 à 2 cm.

On ne retrouve pas trace du Dogger des Mülkerblatten, ni des lentilles mésozoïques des Haslerbergmäder.

T 13 Par-dessus le Flysch de Stand vient une autre zone de Trias, composée de cornieule à la base et de gypse au sommet. Ce Trias, que nous appellerons le Trias du Trüttlisberg, sépare dans la vallée du Wallbach la zone du Lochberg de celle des Haslerbergmäder.

T 14 Aalénien des cols, fort étroit au col du Trüttlisberg et composé uniquement de schistes argileux noirs, micacés, à miches de calcaire noir, pyriteux.

T 15 Flysch d'Ochsenweid, décrit par M. DE RAAF (25, p. 50), qui est très semblable à celui de Stand et également éocène.

Résumé de la coupe de l'arête Rothorn-Trüttlisberg

- T 1 Flysch du sommet du Rothorn reposant sur
- T 2 Oxfordien surmonté de
- T 3 Aalénien supportant
- T 4 Flysch (équivalent de T 1).
Dès T 3 la série plonge au N.
- T 5 Aalénien noyau anticlinal plongeant.
- T 6 Flysch en synclinal écrasé (= T 1).
- T 7 Aalénien, 2^e noyau anticlinal plongeant.
- T 8 Flysch du sommet de la nappe du Mont Bonvin. Tous les terrains T 1 à T 8 se rattachent à cette unité, suivant la solution que nous avons discutée à la fin de la partie stratigraphique.
- T 9 Trias des Stüblenen, Trias de base de la nappe, composé de cornieule et de gypse.
- T 10 Aalénien du col de Haslerberg.
- T 11 Trias de Vorder Trüttlisberg.
- T 12 Flysch de Stand (nappe Plaine Morte ou Mont Bonvin).
- T 13 Trias du Trüttlisberg.
- T 14 Aalénien des cols.
- T 15 Flysch d'Ochsenweid.

Remarques

Le Trias des Stüblenen est probablement disposé en synclinal fermé vers le S. Il est la prolongation vers l'W du synclinal Metschhorn-Ober Laubhorn, que nous avons aussi appelé le synclinal triasico-liasique. Des lentilles discontinues de Lias calcaire se retrouvent enrobées dans la masse triasique. Nous les décrirons au chapitre suivant. Ce sont les restes écrasés du cœur du synclinal.

L'Aalénien du col de Haslerberg (T 10) doit également se fermer vers le S. Il représente le synclinal des Mülkerblatten dont le cœur de Dogger s'écrase vers l'W. Il ne semble pas qu'il soit lié stratigraphiquement au Trias de Stüblenen. Il est certainement indépendant du Trias de Vorder Trüttlisberg (T 11). Nous verrons en effet au chapitre suivant que sur le versant de Lauenen, du Flysch et du Malm viennent s'intercaler entre ces deux terrains.

Le Trias de Vorder Trüttlisberg (T 11), indépendant de l'Aalénien T 10, l'est vraisemblablement aussi du Flysch de Stand. Ce dernier est en effet lié aux lentilles des Haslerbergmäder, et tout comme les Flysch du Lochberg, se rattache aux nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin. Or, ces deux nappes ne contiennent jamais de Trias.

Le Flysch de Stand (T 12) est une lame plongeante des ultra-helvétiques, plantée dans les terrains de la nappe du Laubhorn.

Le Trias du Trüttlisbergpass (T 13) forme également une écaille indépendante. Nous avons donné, au chapitre précédent, les raisons qui nous obligent à le séparer de l'Aalénien des cols.

L'Aalénien (T 14) du col du Trüttlisberg sur lequel transgresse peut-être le Flysch éocène d'Ochsenweid.

Tous les terrains du Trias, des Stüblenen au Flysch d'Ochsenweid, plongent régulièrement au NW. On sent bien que cette structure en écailles résulte du chevauchement de la nappe du Niesen sur les Pré-alpes internes.

Chapitre 6

Le versant droit de la vallée de Lauenen

Ce chapitre comprendra d'abord la description des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin, au front et sous l'anticlinal du Rothorn, ensuite nous suivrons vers l'W les terrains successifs définis à l'arête reliant les Stüblenen au col du Trüttlisberg (voir Pl. III, profils 3 et 4).

1° Les Ultra-helvétiques

Nous avons indiqué au chapitre précédent que l'arête, entre le sommet du Rothorn et le pt. 2158 est formée par des marnes oxfordiennes T 2 reposant sur les schistes nummulitiques de l'anticlinal du Rothorn (N du Wildhorn). L'Oxfordien T 2 épouse le front bombé du pli du Rothorn. D'abord plongeant faiblement au N, les marnes oxfordiennes se précipitent au fond de la vallée du Blattibach. Elles englobent en deux points (cote 1800 m. et à Unter-Blatti) des lentilles de Malm, et sont recouvertes en concordance par du Flysch schisto-gréseux (Flysch T 4 du pt. 2158 m.). Du fond du Blattibach, elles remontent à l'W, toujours longeant le front vertical de l'anticlinal du Rothorn. On voit l'Oxfordien affleurer dans le ravin qui sépare le Tossen du Rothorn, cela à la cote 1740 m., également recouvert de Flysch.

On le retrouve 150 m. à l'W du torrent du Sulzgraben, vers 1800 m. d'altitude, puis dans le torrent au N de Tweregg, où il affleure entre 1600 et 1740 m. et repose sur du Flysch. Il est dans ce torrent nettement pincé dans le synclinal helvétique couché qui sépare l'anticlinal du Rothorn des plis linguaux de Lauenen. Au N du ruisseau de Tweregg, on voit à nouveau affleurer la nappe du Mont Bonvin, aux environs de Gschwend, où elle est formée de deux bandes de Malm séparées par de l'Oxfordien.

Tossen

Le Tossen est une montagne arrondie dont le sommet (1915,2 m.) est situé au NW du Rothorn. Les pentes de la montagne sont recouvertes de glaciaire haut-alpin. Ce n'est guère que vers le sommet que l'on voit affleurer la roche en place. Au sommet lui-même passe une zone de Flysch gréseux à nummulites, plongeant assez fortement au SE. Le Flysch se poursuit jusqu'au Blattibach où il contient des parties bréchiques à nummulites.

Sous le Flysch (au NW de 1915,2 m.) affleure l'Oxfordien. Au sommet, il comprend des marnes sombres; à la base, une alternance de marnes et de calcaires marneux à patine rousse, en bancs de 20 à 30 cm. Nous y avons trouvé des fragments de *Phylloceras* et de *Perisphinctes*.

Dans les marnes oxfordiennes, on voit des lentilles de calcaires divers. Citons un grand bloc de calcaire à *Rosalines* du Turonien exactement à l'W du sommet à la cote 1820. Au NW du pt. 1915,2, à la cote 1700 m., on retrouve une lentille de Turonien et non loin d'elle une lentille de Malm. Le Turonien se rattache probablement à la nappe de la Plaine Morte, qui serait donc entraînée localement au sein des marnes du Mont Bonvin.

Le Flysch du sommet, recouvert au SE par une nouvelle zone oxfordienne, semble être en synclinal écrasé (voir coupe IV).

2° Le Trias de Stüblenen

Suivons la base de la masse triasique des Stüblenen. A l'arête, la cornieule repose sur le Flysch du Mont Bonvin, à la cote 2020, où elle plonge au NW de quelques degrés. Au N son plongement doit augmenter rapidement. Elle est partiellement cachée par des dépôts morainiques, mais on la retrouve plus bas en contact avec le Flysch, dans le ruisseau d'Ober Blatti, à la cote 1880 m. Nous appellerons ruisseau d'Ober Blatti l'affluent du Blattibach qui prend naissance directement à l'W du col 1994 m. La cornieule qui affleurerait sur la rive droite du torrent, le franchit à la cote 1800 m. environ. Le Trias doit à ce point plonger faiblement au S; en effet, on le retrouve 300 m. au S du torrent, entre les chalets d'Ober et d'Unter Blatti, où il a une épaisseur de 30 à 40 m. encadré de marnes oxfordiennes. De là, le Trias remonte au S en direction du pt. 2158 (NE du sommet du Rothorn), pour s'effiler complètement à la cote 2100 m. Ce pli en retour est formé d'un cœur de gypse complètement entouré de cornieule. Le Trias forme donc entre les Stüblenen et le voisinage du pt. 2158 une sorte de poche que viennent remplir des terrains de la nappe du Mont Bonvin. Ces derniers dessinent une double tête anticlinale de schistes mordés de l'Aalénien, entourée de Flysch. Le pli en retour de Trias de Blatti est ainsi pincé dans un synclinal plongeant de Flysch dont il forme le noyau. Les lentilles de cornieule et de Flysch, que nous avons mentionnées dans le torrent de la Holzersfluh (p. 46), semblent être des fragments isolés de ce synclinal renversé.

Du torrent d'Ober Blatti, les affleurements sont interrompus vers le N par des masses tassées ou glissées; le Trias ne forme plus que des affleurements discontinus, dans les pentes au N de Tuffsteine; on retrouve plus à l'W la cornieule dans le Blattibach, à la cote 1540 m. Toute la croupe de Wolfegg est constituée par du Trias recouvert partiellement de moraines.

3° Les lentilles diverses prises dans le Trias des Stüblenen (Pl. III, profil 3)

Des Stüblenen à Wolfegg, on trouve, pris dans la masse triasique, des amas ou des lentilles de calcaire généralement liasique. Ce sont des restes écrasés du synclinal de l'Ober Laubhorn. Il s'y associe à Inner Tüffi, près de Wolfegg, au SE de Lauenen, du Turonien de la nappe de la Plaine Morte.

Lentilles des Stüblenen

La montagne des Stüblenen comporte deux sommets: le pt. 2109,4 m. et le pt. 2028,5 à l'E. En descendant au N du col qui les sépare, on découvre à la cote 1960 un curieux affleurement de roches disloquées complètement entouré de gypse (voir fig. 21).

Il est formé au S de calcaire à patine jaune et à pâte bleue (2), plus au N par des brèches à ciment dolomitique dont les éléments de 20 à 30 cm. sont soit du calcaire (2) ou bien du calcaire spathique clair à gravier dolomitique, rappelant le Lotharingien de l'Ober Laubhorn. L'affleurement se termine au N par de la cornieule.

En descendant au SW du sommet 2109,4 m. des Stüblenen, on trouve un amas de brèche difficile à délimiter, car les affleurements sont mauvais. La brèche, qui est complètement entourée par la cornieule, est formée d'éléments de taille variant de 1 mm. à 20 cm., en majorité de calcaire dolomitique, accompagnés de calcaire siliceux.

Les lentilles de Gridi

Gridi est le nom d'un gros chalet, situé 300 m. au NE d'Ober Blatti et dont la cote est de 1900 m. Le chalet de Gridi est bâti sur un replat où affleure la cornieule. Dans l'escarpement qui limite à l'W le plateau de Gridi on relève la coupe suivante (fig. 22).

Sous la cornieule, on voit un paquet de schistes argileux noirs, à miches de calcaire pyriteux plongeant au N fortement. Dans les schistes, les *Posydonomyes* sont abondantes et généralement de petite taille. Les schistes sont découpés en petits paquets par des surfaces luisantes. Mon camarade P. FREYMOND eut la chance d'y trouver un *Harpoceras aalense* ZIET. Ces schistes sont aaléniens. Au S, ils butent par faille contre des calcaires siliceux plongeant de 35° au S. C'est un calcaire siliceux à pâte sombre, fine, à patine bleutée, en bancs lenticulaires de 20 à 30 cm. d'épaisseur, séparés par des schistes siliceux à patine rousse. A la surface des schistes, on remarque des traînées plus noires (algues?), dans le calcaire, par places, des cristaux cubiques de pyrite pouvant atteindre 0,5 cm. de côté. Ce calcaire rappelle tout à fait le Pliensbachien-Domérien de l'Ober Laubhorn, et bien que nous n'ayons pas trouvé de fossiles, nous n'hésitons pas à lui attribuer cet âge.

Sous la paroi s'étend une zone recouverte d'éboulis et d'éroulements. Vers la cote 1800, les affleurements reprennent, mais rien n'est strictement en place; il semble qu'on ait affaire à une masse tassée. D'abord ce sont des calcaires à patine jaune et pâte grise dolomitique, accompagnés de calcaire siliceux probablement éroulés de la paroi de Gridi.

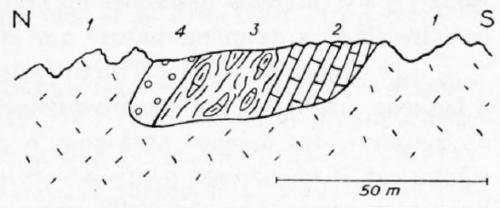


Fig. 21. Lentille E des Stüblenen

1: Gypse (Trias). 2-3: Lias. 4: Cornieule (Trias)

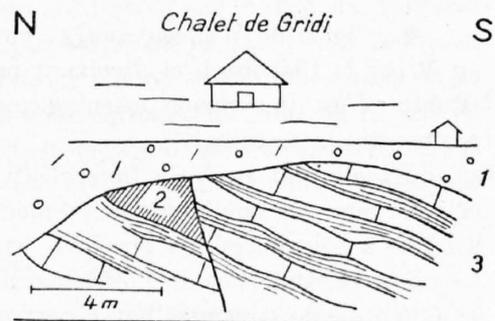


Fig. 22. Vue de l'escarpement à l'W de Gridi

1: Cornieule (Trias). 2: Aalénien. 3: Lias moyen

Plus bas (cote 1750) apparaissent des calcaires sombres, spathiques et oolithiques, à sable dolomitique. On observe aussi des brèches sédimentaires à éléments dolomitiques et siliceux, rappelant la lentille du sommet des Stüblenen. Nous attribuons ces deux roches au Lias inférieur.

Ce vaste affleurement liasique est limité au S, à l'E et au N par de la cornieule.

Lentilles de Tuffsteine

En suivant le sentier qui, de Vorder Trüttlisberg, mène au col de Haslerberg, entre le pt. 2076 et les Stüblenen, on traverse à la cote 1920 une masse de calcaire écroulée, puis, à l'E de celle-ci, un petit glissement de terrain. Sur la rive E du glissement, on relève la coupe suivante, de haut en bas :

- 1° Cornieule de Vorder Trüttlisberg (T 11) jusqu'à la cote 1940 m.
- 2° Aalénien de Haslerberg (T 10) jusqu'à la cote 1920 m.
- 3° Calcaire siliceux et brèche calcaire à éléments dolomitiques (environ 20 m. d'épaisseur). Lias inf.
- 4° Gypse (dit des Stüblenen).

Les calcaires siliceux du n° 3 sont exactement les mêmes que ceux de Gridi (Pliensbachien-Domérien). Il s'y intercale des zones de brèches à éléments dolomitiques de petite taille et de fragments de calcaire siliceux de même nature que celui des zones non bréchiques.

Les chalets de Vorder Trüttlisberg, cote 1840 m., sont situés sur de la cornieule (Trias Stüblenen), à laquelle s'associent du calcaire dolomitique et des schistes argileux verts triasiques. Sous la cornieule, on retrouve des brèches analogues à celles décrites au paragraphe précédent. L'affleurement interrompu par du glaciaire se poursuit vers le S dans la forêt au N du chalet de Tuffsteine. Ce sont les mêmes brèches que précédemment ; elles reposent sur du gypse (Trias de Stüblenen).

Il est possible que les trois affleurements de Lias que nous venons d'indiquer fassent partie d'une seule lentille, qui se trouverait intercalée dans la masse triasique, entre la cornieule du sommet et le gypse.

Inner Tüffi près de Wolfegg

La région de Wolfegg consiste en une croupe peu inclinée, suite de l'arête NW du Tossen, limitée au N par le Blattibach et dominant par un escarpement le fond marécageux de la vallée de Lauenen (Rohr). C'est une région essentiellement triasique (cornieule et calcaire dolomitique), partiellement recouverte de moraine.

Exactement au N de Inner Tüffi, on voit un escarpement boisé, haut d'une trentaine de mètres et déterminé par une bande de cornieule. Au sommet de l'abrupt, on trouve sur le Trias des calcaires sombres à bélemnites et à gryphées, supportant des calcaires spathiques clairs, à gravillon dolomitique ; les calcaires clairs sont du Lotharingien, les calcaires foncés probablement du Sinémurien. Ces gryphées sont presque certainement *Gryphaea arcuata* LAM. Sur ce Lias inférieur repose directement une grosse masse de calcaire plaqueté, à patine gris-clair, généralement très écrasé. Sous le microscope, on y voit des globigérines et des *Globotruncana Linnei* D'ORB. Ce calcaire est donc turonien. Le pied de l'affleurement est occupé par un écroulement. Au N du Turonien, on traverse une zone de glaciaire où pointe du gypse sur la rive gauche du Blattibach.

Le Lias inférieur et le Turonien sont donc pris dans la masse du Trias de base, probablement entre la cornieule et le gypse.

Le Turonien, qui appartient à la nappe de la Plaine Morte, se rattache probablement à l'écaille du Metschstand qui doit, ainsi que le Lias de l'Ober Laubhorn, s'écraser dans le Trias de base de la nappe du Laubhorn. Nous avons dit plus haut que les lentilles liasiques représentent des restes écrasés du synclinal de l'Ober Laubhorn. La fig. 29, p. 68, rend compte de cette interprétation, qui sera justifiée dans nos conclusions générales.

4° L'Aalénien du Haslerberg, la lentille du Vorder Trüttlisberg et les Flysch de Fluh

L'Aalénien du col de Haslerberg se suit aisément vers l'W, supportant la cornieule de Vorder Trüttlisberg (T 11). Il détermine une série de glissements de terrain qui recouvrent les pentes de Tuffsteine.

A la cote 1840, on voit s'intercaler entre le Trias et l'Aalénien une lentille de calcaire, longue d'environ 300 m., et de 5 à 6 m. d'épaisseur. A son extrémité E, on relève la coupe suivante: à la base, calcaire compact à patine bleutée (puissance 5 m.) passant au sommet à un calcaire semblable, mais plaqueté (1 m. d'épaisseur). A son autre extrémité, sa composition est légèrement différente: à la base, on trouve un calcaire siliceux à pâte foncée, à délits pelliculaires roux, savonneux au toucher. Par-dessus vient une alternance de calcaire à patine bleue, en banes de 30 cm. et de schistes argileux (épaisseur 2,50 m.); enfin, au sommet, la pâte du calcaire devient foncée, la patine brune.

A part quelques aptychus, on ne trouve pas de fossiles dans ce calcaire. Nous en avons fait du Jurassique supérieur, il rappelle en effet beaucoup les Malm du Lochberg. Vers le milieu de la lentille de Malm, on trouve une mince zone de Flysch schisto-gréseux qui le sépare de l'Aalénien.

La position de ce Malm est étrange, il ne semble jouer ni avec la cornieule de Vorder Trüttlisberg ni avec l'Aalénien; il est fort possible qu'il faille le rattacher, comme ceux du Lochberg et des Haslerberg, à une écaille plongeante de la nappe du Mont Bonvin.

Revenons à l'Aalénien: peu avant les chalets inférieurs de Vorder Trüttlisberg (cote 1810 m.), il plonge brusquement vers la vallée. Il est recouvert par du Flysch schisto-gréseux, suite de celui que nous avons indiqué sous la lentille de Malm. Ce dernier n'existe plus et le Flysch est directement en contact avec la cornieule de Vorder Trüttlisberg.

Plus à l'W, dans la région de Safran-Vorsass, la couverture morainique ne laisse voir aucun affleurement. Ce n'est qu'au S de Fluh (à l'E de Lauenen) que l'on retrouve l'Aalénien et son Flysch schisto-gréseux. Dans la paroi de Fluh, le phénomène se complique: on y voit deux zones d'Aalénien à Posydonomies, chacune supportant un Flysch gréseux et conglomératique à nummulites. Nous considérons que le Flysch de Fluh est lié par transgression à l'Aalénien.

La zone aalénienne inférieure détermine le glissement de terrain qui occupe la région d'Äusser Tüffi. Des blocs de Flysch ont été transportés par la masse mouvante. C'est parmi ces blocs que M. LUGNON découvrit une dalle de grès chargée de foraminifères. Il s'agit d'un *Haplophragmium* dont les caractères sont intermédiaires entre *Hapl. grande* REUSS et *Hapl. irregulare* RÖMER qui, tous deux, sont des formes du Crétacé supérieur. Nous n'avons pas retrouvé ces *Haplophragmium* en place dans le Flysch de la paroi où, par contre, il contient de rares petites nummulites. Nous ne savons pas quelle est la valeur stratigraphique exacte des *Haplophragmium*, aussi avons-nous cartographié tout ce Flysch de Fluh comme étant éocène. Il est toutefois possible qu'il soit partiellement du Crétacé supérieur. Nous avons donné, au chapitre de la stratigraphie, une description de ces Flysch du Fluh, nous y renvoyons le lecteur (voir p. 10).

5° Le Flysch de Stand

se poursuit sur le versant de Lauenen, encadré des bandes triasiques du Trüttlisberg au N (T 13) et de Vorder Trüttlisberg au S (T 11). Il affleure mal, mais on observe que son épaisseur diminue graduellement en descendant la croupe de Trüttlisberg. A la cote 1800, il s'écrase complètement et les deux Trias s'accollent pour former le gros amas de cornieule de la région de Vorder Trüttlisberg, limité à l'W par le glaciaire de Safranvorsass. On retrouve encore un petit affleurement de cornieule juste à l'W des chalets de Safran (cote 1580 m.), au-dessus d'un petit glissement de terrain.

Le Trias (T 11 et T 13) doit se coïncider non loin de là, car on n'en retrouve plus trace entre Safranvorsass et Lauenen.

Dans le ruisseau au S de Egg (à l'E de Lauenen), à la cote 1740 m., on voit, enrobé dans la masse de la cornieule, une lentille de marbre blanc (Valanginien?) qui appartient à la zone de Stand dont nous avons parlé au chapitre précédent.

6° L'Aalénien des cols

D'épaisseur réduite au col du Trüttlisberg, l'Aalénien augmente rapidement de puissance en direction de Lauenen. Dès la cote 1800, il se forme à ses dépens un glissement de terrain, qui comprend plus bas toute la forêt du Schwarzbächli et vient s'étaler largement dans la région de Trüttli près de Lauenen. Ce glissement présente des zones très actives.

L'Aalénien est généralement de faciès classique (schistes argileux noirs, micacés, contenant des miches de calcaire dur pyriteux). Cependant, dans le torrent au S de Egg, il devient plus gréseux et se débite en dalles dont la surface se charge de nombreuses pistes de vers. De même qu'aux environs du Lochberg, ce faciès gréseux occupe la base de la zone aalénienne (voir p. 39). Peut-être s'agit-il du Bajocien? N'ayant pas trouvé de fossiles dans ces zones gréseuses, nous ne les avons pas distinguées de l'Aalénien auquel elles passent graduellement.

ROESSINGER, dans son étude de la zone des cols dans la vallée de Lauenen (1904), signale aux environs d'Egg une lentille de Trias pincée dans l'Aalénien des cols. Nous n'avons pas retrouvé cet affleurement. Par contre, en suivant la croupe qui, de Egg, rejoint Hinter Trüttlisberg, nous avons cartographié trois grandes dolines arrondies aux cotes 1595 m., 1740 m. et 1840 m. Les dolines indiquent la présence de roches facilement solubles du Trias, spécialement du gypse et de la cornieule. Il ne semble guère possible que ces dolines, en tout cas pour les deux inférieures, soient en relation avec le Trias du Trüttlisberg, car l'épaisseur de l'Aalénien, à l'aplomb des dolines, doit être d'environ 100 m. Bien que nous n'ayons trouvé ni gypse, ni cornieule au fond de ces entonnoirs, nous pensons qu'ils sont dus à des lentilles triasiques pincées dans l'Aalénien et qui seraient entièrement dissoutes aujourd'hui.

Ces lentilles seraient les noyaux anticlinaux de la zone de l'Aalénien des cols, qui est indépendant du Trias (T 13) du Trüttlisberg comme nous l'avons montré au chapitre précédent.

On peut suivre l'Aalénien en place jusqu'au N du plateau de Fluh, dans le torrent au S d'Egg (cote 1435 m.), où il est presque en contact avec le Flysch de Fluh. Une mince zone de glaciaire les sépare, c'est là que passeraient les bandes triasiques de Trüttlisberg (T 13) et de Vorder Trüttlisberg (T 11), si elles ne s'écrasaient pas dans la région de Safranvorsass.

7° Zone mésozoïque et Flysch d'Ochsenweid

M. DE RAAF a étudié en grands détails ces deux zones qu'il attribuait à un repli basal de la nappe du Niesen. Il signale la présence de Malm à calpionelles et de Barrémien à orbitolines entre le Flysch d'Ochsenweid et l'Aalénien des cols. Le Flysch d'Ochsenweid est peu épais, généralement sombre, souvent schisto-gréseux, et contenant en un point un conglomérat granitique à nummulites. Ce Flysch étant éocène se rattache aux Préalpes internes et non au Niesen. Il n'est pas impossible qu'il soit transgressif sur l'Aalénien des cols, comme, dans la région du Chamossaire, le Flysch du Meilleret dont il est l'équivalent (27, p. 13). Les lentilles de Malm et de Barrémien seraient alors des restes de terrains plus jeunes que l'Aalénien, préservés par la transgression. Peut-être ces lentilles mésozoïques représentent-elles un repli des nappes ultrahelvétiques.

8° En résumé,

le versant droit de la vallée de Lauenen nous montre au S les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin collées sur l'Helvétique, remplissant les synclinaux et épousant la courbure des plis du Wildhorn. La nappe de la Plaine Morte est formée par des lentilles isolées de Turonien et de Barrémien, reposant sur les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn, ou enrobées dans la base schisteuse de la nappe du Mont Bonvin, ou même entraînées au sein de cette dernière (Tossen).

La nappe du Mont Bonvin consiste en un empilement de marnes oxfordiennes et aaléniennes et de lames de Flysch (synclinaux écrasés). Vers le N, il s'en détache un pli anticlinal plongeant, qui vient s'encapuchonner dans le Trias de base de la nappe du Laubhorn, provoquant le pli en retour de Blatti.

La nappe du Laubhorn débute par du Trias, comprenant de la cornieule à la base, puis des masses de gypse lenticulaire que jalonne au N une deuxième zone de cornieule en lentilles. Le Trias est une lame synclinale montante et fermée au S. Dans la masse triasique, on trouve des lambeaux de Lias calcaire (restes écrasés du synclinal de l'Ober Laubhorn). Ces lentilles se trouvent soit dans la cornieule de base (Gridi, Stüblenen-W), soit dans le gypse (Stüblenen-E) soit entre le gypse et la cornieule supérieure (Tuffsteine et Wolfegg). A Wolfegg, le Lias s'accompagne de Turonien (reste de la lame du Metschstand). Sur le Trias, on trouve:

L'Aalénien du col de Haslerberg, zone continue à laquelle s'associe du Flysch (Flysch de Fluh).

Une lentille de Malm s'intercale entre cette lame (Aalénien-Flysch) et l'écaille triasique de Vorder Trüttlisberg. Cette lentille de Malm se rattache probablement à la nappe du Mont Bonvin.

L'écaille triasique de Vorder Trüttlisberg, dans la région de Safranvorsass, entre en contact avec le Trias du Trüttlisberg.

Le Flysch de Stand (écaille des Haslerbergmäder) s'écrase rapidement sur le versant W de l'arête, entre les deux écailles triasiques. Le Flysch de Stand est une écaille plongeante des ultrahelvétiques, plantée dans les terrains du Laubhorn.

L'écaille triasique du Trüttlisbergpass, composée au col de cornieule et de gypse, est sans liaison directe avec l'Aalénien des cols. Elle se confond dans la région de Safran avec celle de Vorder Trüttlisberg. Plus bas, elles s'écrasent toutes les deux et l'Aalénien des cols vient en contact avec le Flysch de Fluh.

L'Aalénien des cols forme probablement une zone anticlinale (noyaux triasiques marqués par les dolines d'Egg et flanc renversé comprenant peut-être du Bajocien).

Le Flysch d'Ochsenweid surmonte l'Aalénien sur lequel il transgresse peut-être. Des lentilles de Malm et de Barrémien s'intercalent entre les deux (blocs du Flysch?). Enfin par-dessus le Flysch d'Ochsenweid arrive la nappe du Niesen.

Chapitre 7

Le versant gauche de la vallée de Lauenen (Pl. IV, profil 5)

Le versant E des Walliser Windspillen est recouvert de dépôts morainiques, ce n'est que dans le lit des ruisseaux que la roche en place affleure. On ne voit guère que des marnes oxfordiennes.

Cependant, près des chalets de Spitzenegg (à l'W du lac de Lauenen, cote 1560 m.), une éraillure montre la structure complexe suivante (voir fig. 23).

A la base, on voit, reposant sur du Flysch, des marnes oxfordiennes broyées avec une lentille de Malm pincée dedans. Sur cet ensemble transgresse le Flysch, comprenant des schistes argileux alternant avec des grès micacés et des calcaires sableux à lithothamnies, petites nummulites et discocyclines. Dans le Flysch, on voit dans la partie S de l'éraillure une lentille de Malm dominée d'une brèche du Flysch à cailloux jurassiques et turoniens. Le Flysch est donc nettement transgressif.

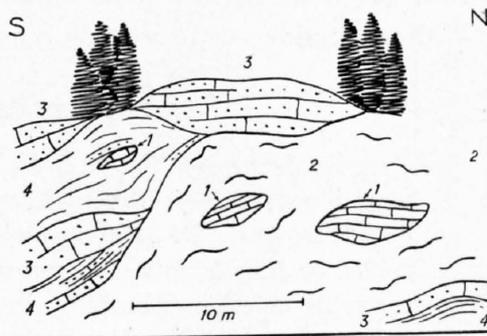


Fig. 23. Schéma de l'éraillure de Spitzenegg

1: Malm. 2: Oxfordien. 3: Flysch (grès).
4: Flysch (schistes)

La nappe du Laubhorn

Au S, la plaine marécageuse de Rohr pénètre entre les parois rocheuses d'Hinterm See à l'W et du Bochten à l'E.

Si l'on prend le chemin qui mène de Lauenen aux lacs de Lauenen, on traverse d'abord un glissement de terrain descendant du Brüchli.

A Fang, le chemin traverse un torrent sur un pont. Quelques mètres en amont du pont affleure du Flysch schisto-gréseux, qui semble bien être la continuation du Flysch schisto-gréseux supérieur de la paroi de Fluh. Ce Flysch de Fang plonge au NW et forme une vaste dalle qui culmine au pt. 1622, dit Hoher Schachen. Immédiatement au S du pt. 1622, on trouve un petit col déterminé par une zone aalénienne, plongeant sous le Flysch et reposant au S sur une autre bande de Flysch.

Reprenons le chemin des lacs; de Fang, il s'élève obliquement dans une pente couverte d'éboulis et de roches écroulées de Hoher Schachen. A la cote 1320, quelques mètres en-dessous du chemin, on voit le gypse pointer dans les éboulis. Peu après, le sentier traverse un torrent dont l'eau est sulfureuse,

puis un glissement de terrain étroit pour gagner ensuite les schistes nummulitiques d'un pli lingual complexe de Lauenen (nappe du Wildhorn).

Le chemin grimpe ensuite en lacets dans une dépression; la pente à l'W est tapissée de glaciaire, celle de l'E est faite par le Nummulitique de la nappe du Wildhorn. A la cote 1400, on passe à côté d'un chalet bâti au bord d'une magnifique doline; peu au-dessus le gypse affleure. Il est directement en contact avec la nappe du Wildhorn, les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin sont donc écrasées totalement. Le gypse se poursuit jusqu'à la cote 1600 m. dans la région de Sodersegg, accompagné de cornieule. Ce Trias se raccorde à travers la plaine alluviale à celui de Wolfegg et des Stüblenen.

Si de l'affleurement de gypse situé au-dessus du chalet septentrional de Sodersegg, cote 1600 m., on monte en direction du pt. 1701, on s'élève d'abord en suivant une crête morainique. A 1660 m., dans la pente dominant Hinterm See, on trouve de l'Oxfordien sensiblement vertical. Puis, en traversant horizontalement la pente, on rencontre la cornieule peu épaisse, au NE du pt. 1701, et immédiatement après le Flysch (Flysch inférieur de la paroi de Fluh).

Le Trias de base de la nappe du Laubhorn apparaît donc d'abord en avant du pli lingual (Wildhorn) de Lauenen, vient à Hinterm See se coller sur l'Helvétique, s'élève ensuite vers le S, puis revient brusquement vers le N et passe très aminci au NE du pt. 1701. Plus haut, le glaciaire cache les affleurements, mais une doline, voisine du pt. 1701, semble indiquer que le Trias se dirige ensuite en droite ligne vers le SW pour rejoindre celui d'Hinter Windspillen.

Le pli en retour que décrit le Trias dans la région d'Hinterm See a une amplitude vers le S d'environ 500 m.

Chapitre 8

Arête Walliser Windspillen-Col de Krinnen

Du Kleinhörnli (2211 m.), cette arête se dirige au N jusqu'à un petit col que la carte ne figure pas à Brandsberg. De là, elle oblique au NW pour atteindre le col de Krinnen (1660 m.).

Nous décrivons cette arête du S au N (voir fig. 24, p. 57).

1° Les terrains des nappes ultra-helvétiques

En descendant l'arête N du Kleinhörnli, on trouve, de la cote 2240 à 1990, des schistes marneux à globigérines; ce sont les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn. Ils plongent de 70° au SSE. De 1990 au petit col, qui sépare le Kleinhörnli du sommet des Walliser Windspillen et dont la cote est approximativement 1970 m., l'arête s'élargit. Elle est taillée dans un ensemble de schistes sombres, broyés, contenant des nodules de calcaire noir et des lentilles de grès sombres micacés. Les grès sont généralement à grains fins et sans fossile, cependant un grès plus grossier nous a livré une petite nummulite. Nous avons donc affaire au Flysch (K 1). Les couches plongent de 45° en moyenne au SSE, c'est-à-dire sous les «schistes nummulitiques».

K 2 Du col 1970 m., au sommet des Walliser Windspillen (cote 1982,6 m.), le Flysch change d'aspect. Les schistes deviennent plus clairs, il s'y intercale des bancs de grès et des lentilles de calcaire sableux à nummulites. Il plonge faiblement au S et se maintient à l'arête jusqu'à une centaine de mètres au N du sommet. Cette zone de Flysch est formée de deux lames superposées, mais séparées l'une de l'autre par une longue lentille de Malm. Cela est bien visible sur le versant W des Walliser Windspillen où, juste sous le sommet (1982,6 m.) on peut relever la succession suivante (voir fig. 25, p. 58) de bas en haut:

- K 4¹) 1° Grès calcaire grossier à petites nummulites, épaisseur 2 m.
2° 1 m. de grès en plaquettes (nos 1 et 2 Flysch).
3° Eboulis (1,5 m.).

1) De la fig. 24.

- K 3¹⁾ 4° Calcaire à silex, compact, à patine bleutée et pâte sombre. S. M., on voit dans la pâte des radiolaires (Kimeridgien). Puissance 1,5 m
- K 2¹⁾ Brèche de transgression de 5 à 20 cm. d'épaisseur. On y voit des fragments de Malm de 3 à 5 cm. de diamètre, enrobés dans un ciment grésocalcaire. S. M., on remarque dans la pâte des grains de quartz roulés de 1 à 2 mm. de diamètre, des feldspaths, de la glauconie et les organismes suivants: des algues calcaires (*Lithothamnium* et *Lithophyllum*), des petites nummulites et des orthofragmines, bryozoaires, rotalidés, globigérines). Flysch éocène.
- 6° La brèche passe vers le haut à des grès, d'abord grossiers, puis fins. Flysch.

En résumé, cette coupe nous montre deux séries de Flysch en position normale, le Flysch supérieur transgressant sur le Malm. Ce Flysch se rattache donc à la nappe du Mont Bonvin.

- K 5 100 m. au N du sommet des Walliser Windspillen, on voit sortir de dessous les Flysch du sommet, l'Oxfordien sensiblement horizontal. C'est un ensemble de marnes beiges ou grises avec, tous les 60 à 80 cm., un banc de calcaire dur, à patine rousse, de 20 à 30 cm. d'épaisseur. Les marnes se débitent en fragments aciculaires. Elles contiennent de petits nodules arrondis de calcaire noir et quelques ammonites dont *Sowerbyceras tortisulcatum* D'ORB., *S. protortisulcatum* POMP., et des morceaux de *Perisphinctes* indéterminables.

- K 6 Vers le N, le Callovo-Oxfordien commence à plonger au NW et disparaît à la cote 1935 sous une bande de Flysch, qui est la continuation du Flysch sommital inférieur. A l'arête, ce Flysch débute par un gros banc de grès, le reste de l'affleurement est mauvais et il vaut mieux, pour en étudier la composition, descendre sur le versant W, dans l'éraillure qui domine au N le groupe de chalets cotés 1854. C'est une alternance de schistes marneux et de bancs de grès plus ou moins grossiers; on y remarque aussi des brèches à éléments de Malm, des microbrèches à lithothamnies et des calcaires sableux à petites nummulites. Sur la crête des Walliser Windspillen, cette bande de Flysch est épaisse d'une vingtaine de mètres et plonge au NW de 10° à 15°.

¹⁾ De la fig. 24.

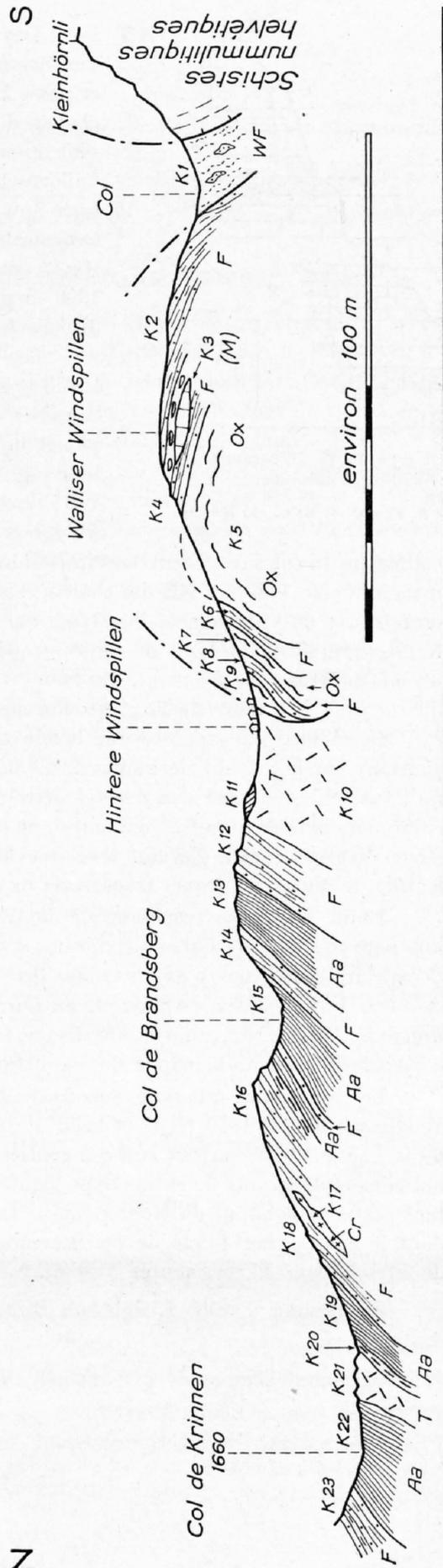


Fig. 24. Coupe schématique Walliser Windspillen-Col de Krinnen

Cr: Cristallin. T: Trias. Aa: Aalénien. Ox: Oxfordien. M: Malm. F: Flysch. WF: Wildflysch

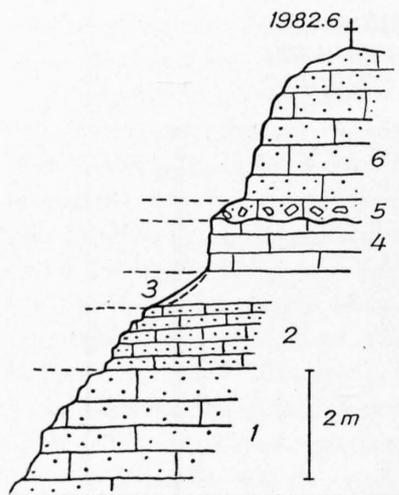


Fig. 25. Coupe à l'W du sommet des Walliser Windspillen

1, 2, 5 et 6: Flysch. 4: Malm. 3: Eboulis

K 7 Dès la cote 1930 environ, le Flysch précédent s'enfonce sous une nouvelle zone callovo-oxfordienne. Alors l'arête s'élargit et passe à une croupe qui descend régulièrement en direction des chalets d'Hintere Windspillen. De nombreux petits ravins se sont creusés dans les marnes tendres beiges ou sombres du Callovo-Oxfordien. Nous y avons trouvé un *Cardioceras Lamberti* Sow. et des fragments de *Phylloceras*, *Sowerbyceras protortisulcatum* D'ORB., *Quenstedticeras Henrici* var. *Brasilii* Douv., *Aspidoceras babeanum* D'ORB. Il se poursuit jusqu'à la cote 1900 environ, où passe une mince bande de Wildflysch assez difficile à distinguer des marnes oxfordiennes.

K 8 Le Wildflysch est formé de schistes noirs contenant des lentilles diverses: grès micacés, brèches à éléments de Malm, calcaires clairs à rosalines (Turonien). Cette zone de Flysch plonge au NW dans une grande doline, venant ainsi buter contre le gypse d'Hintere Windspillen. Sur le versant de Lauenen, le Wildflysch semble s'écraser très rapidement. A la cote 1840, il n'est représenté que par une lentille de grès quartzitique qu'ac-

compagne du calcaire siliceux très froissé. Les affleurements disparaissent plus bas sous le glaciaire, mais à la cote 1780, au NE des chalets et en contact direct avec le gypse d'Hintere Windspillen, on retrouve un affleurement de Flysch qui peut-être se relie à cette zone. C'est un conglomérat formé presque uniquement de blocs arrondis de Malm, de 20 à 30 cm. de diamètre, pris dans un ciment très peu abondant. En coupe mince, on voit dans ce ciment calcaire des grains de quartz de 1 à 2 mm., de la glauconie, des algues calcaires et de petites nummulites.

Le Wildflysch supporte une bande aalénienne qui se coince à l'arête et se développe au contraire sur le versant de Lauenen. L'Aalénien a le faciès des «schistes mordorés», c'est-à-dire qu'il est représenté par des schistes noirs et rouges (limoniteux), contenant des rognons de calcaire noir, pyriteux, parfois limonitisé, et présentant souvent une structure concentrique. L'Aalénien disparaît sous le glaciaire à l'E des chalets d'Hintere Windspillen. Il est surmonté, là, d'une lentille de Malm sur lequel transgresse un peu de Flysch.

K 9 Enfin, on trouve, reposant sur le Wildflysch de l'arête (et sur l'Aalénien du versant E), une nouvelle zone de Callovo-Oxfordien avec ses schistes marneux beiges et sombres, à nodules de calcaire dur. Nous y avons trouvé des ammonites mal conservées dont *Sowerbyceras protortisulcatum* POMP., des *Perisphinctes*, un *Cardioceras Lamberti* Sow. et un *Macrocephalites* indéterminable. Cette zone callovo-oxfordienne se coince contre le gypse de Hintere Windspillen qui constitue la base de la nappe du Laubhorn.

Les formations que nous venons de décrire se rattachent aux nappes ultra-helvétiques. Le Wildflysch du col 1970 (K 1) et celui de la cote 1900 (K 8) appartiennent peut-être à la nappe de la Plaine Morte, surtout K 8 qui contient du Turonien. Il représenterait dans ce cas une tête anticlinale plongeante de cette nappe plantée dans l'Oxfordien. L'Oxfordien, le Malm et le Flysch font partie de la nappe du Mont Bonvin. On aurait affaire à trois anticlinaux superposés couchés, dont le cœur serait formé de marnes callovo-oxfordiennes séparées par des bandes synclinales de Flysch (voir Pl. IV, profils 5 et 6).

En résumé, l'arête Kleinhörnli-Hintere Windspillen nous montre la succession suivante du S au N.

Schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn.

- K 1 Wildflysch (nappe Plaine Morte?).
- K 2 Flysch du sommet 1982,6, transgressant sur
- K 3 Malm.
- K 4 Flysch.

- K 5 Callovo-Oxfordien.
- K 6 Le même Flysch que K 4 supportant
- K 7 Callovo-Oxfordien.
- K 8 Wildflysch (Plaine Morte) surmonté d'Aalénien. Lentille de Malm et Flysch transgressif (nappe du Mont Bonvin).
- K 9 Callovo-Oxfordien (dominant K 8).
- K 10 Gypse de Hintere Windspillen (sur K 9) qui est le Trias de base de la nappe du Laubhorn.

2° Les terrains de la nappe du Laubhorn

- K 10 Le groupe des chalets d'Hintere Windspillen est bâti en partie sur l'Oxfordien, en partie sur le Trias. A l'arête, ce dernier a une centaine de mètres d'épaisseur. Sur le versant E, il s'écrase rapidement; à la cote 1780, il est réduit à une dizaine de mètres de puissance; sur le versant W, au contraire, il s'épaissit sensiblement. Le Trias est formé essentiellement de gypse, accompagné de lentilles de cornieule et de calcaire dolomitique recristallisé à ses limites S et N. En deux endroits, on trouve sur la surface érodée du gypse des paquets de roches déchaussées.
- K 11 Le premier affleurement forme une sorte de colline allongée, de direction E-W, au N des chalets d'Hintere Windspillen. A l'extrémité E de l'affleurement, on voit du calcaire à patine blanche, à pâte très fine mauve ou grise. En coupe mince, on remarque dans la pâte calcaire quelques éléments détritiques: quartz, plagioclase et pas d'organismes. L'âge de ce calcaire est donc indéterminé et nous n'en connaissons pas de pareil sur notre territoire. A l'W du calcaire, on trouve des grès micacés et une brèche à gros éléments cristallins (granite blanc, gneiss, roches vertes) pouvant atteindre jusqu'à 80 cm. de diamètre. Plus à l'W, on a de nouveau des grès micacés, accompagnés de brèches schistoïdes, et enfin de gros blocs de calcaire dolomitique recristallisé. Cet affleurement a une centaine de mètres de long. Les relations entre ces différents terrains (calcaire dolomitique du Trias, grès et brèches du Flysch, calcaire à grain fin) sont indéterminables, l'affleurement étant constitué par des blocs chaotiquement disposés à la surface du gypse. Il s'agit là d'un ensemble écroulé sur place par dissolution du gypse sous-jacent. Le calcaire dolomitique provient d'une des lentilles qui jalonnent la limite N des gypses, le Flysch devait faire partie de notre zone de Flysch K 12.
On trouve un affleurement semblable sur le versant de Gsteig, à la cote 1730 environ, à l'E du chalet 1568 de Weisstannegg.
- K 12 L'arête devient horizontale; on ne voit pas de bons affleurements, mais on trouve des blocs déchaussés de grès micacés et de brèches polygéniques à petits éléments schistoïdes. C'est le Flysch, il affleure beaucoup mieux 250 m. à l'W, dans la niche d'arrachement d'un glissement de terrain. Le Flysch, à cet endroit, a un faciès banal: schistes argileux noirs et grès micacés. Son épaisseur est de 30 à 50 m.
- K 13 Schistes noirs finement micacés, contenant des miches de calcaire noir, dense, pyriteux; par places, l'ensemble devient légèrement gréseux. C'est l'Aalénien reposant sur le Flysch K 12; il occupe l'arête sur 150 m. environ. L'arête descend au N; puis elle remonte en direction du NW, déterminant ainsi le petit col (cote 1825 environ) non figuré sur la carte que nous appelons le col de Brandsberg.
- K 14 Peu avant le col de Brandsberg, nous retrouvons une mince bande de Flysch de faciès banal: schistes argileux noirs et grès micacés.
- K 15 Le col lui-même est déterminé par le passage d'une nouvelle zone aalénienne. Des blocs de grès du Flysch, parfois calcitisés, reposent sur l'Aalénien; ils ne sont pas en place. Ces blocs écroulés avaient fait croire à ROESSINGER qu'il s'agissait là d'une «zone de broyage», de Flysch et d'Aalénien (5, p. 48).
- K 16 L'Aalénien du col est surmonté à son tour par un Flysch dont nous ne référons pas la description. Il est décrit dans la partie stratigraphique p. 10. On remarque au col même une lentille de calcaire à patine bleutée, rappelant le Malm, intercalée entre l'Aalénien K 15 et le Flysch

K 16. A l'W du col (voir fig. 26), on voit une zone de 1,5 m. d'Aalénien, pincée à la base du Flysch. Peut-être s'agit-il d'un repli anticlinal. Rappelons que le Flysch K 16 nous a fourni une petite nummulite. Il se maintient à l'arête jusqu'à la cote 1765 et plonge au SW de 50° environ.

K 17 Plongeant comme le Flysch d'une cinquantaine de degrés, mais sans contact visible avec lui, on trouve, sur le versant W de l'arête, une longue lentille de roche cristalline verte. La roche a été décrite dans la partie stratigraphique p. 3. C'est un calcschiste chloriteux, recoupé de nombreux filons de quartz ayant jusqu'à 10 cm. de puissance. L'affleurement de roche métamorphique verte a les dimensions suivantes: longueur 60 m., épaisseur 10 m. environ.

K 18 Par-dessus la lame cristalline et sans contact visible avec elle passe une nouvelle zone de Flysch. Les affleurements sont mauvais; on le voit sur le versant E le long d'un petit sentier non cartographié (cote 1710 m.). Le Flysch qui semble assez broyé, comprend des lentilles diverses (grès fins micacés, brèches schistoïdes à éléments dolomitiques, schistes verts, etc., grès très micacés et ponctués de limonite, quelques fragments de calcaire marmorisé), prises dans des schistes argileux brunâtres plus ou moins gréseux.

K 19 Le Flysch K 18 supporte une zone d'Aalénien de 10 m. d'épaisseur qui débute à l'endroit où le chemin (1710) rejoint l'arête. Il est formé de schistes argileux noirs, contenant de petites lentilles de calcaire sombre, dense et pyriteux.

K 20 Zone de 1 à 2 m. d'épaisseur de schistes argileux verts et jaunes, probablement triasiques.

K 21 Gypse très peu épais à l'arête, mais augmentant d'épaisseur au SW. Il affleure de part et d'autre de la crête, formant cinq pointements distincts, séparés par des glissements de terrain. La longueur totale de l'affleurement de gypse est de un kilomètre. La limite SE du gypse est jalonnée de blocs de cornieule et de calcaire dolomitique recristallisé. Cornieule et gypse sont à attribuer au Trias.

K 22 A la cote 1685 débute l'Aalénien dit «Aalénien des cols», plongeant de 60° au NW, plongement qui s'atténue en approchant du col de Krinnen (1660 m.). L'Aalénien, épais de 150 m. environ, contient un peu au S du col quelques bancs de calcaire sombre, légèrement spathique; partout ailleurs, il a son faciès habituel (schistes noirs à lentilles de calcaire sombre, dur et pyriteux). De chaque côté du col de Krinnen, l'Aalénien a déterminé des glissements de terrain; celui de Brüchli sur le versant de Lauenen et celui de Saaligraben sur le versant de Gsteig.

K 23 L'Aalénien est surmonté, au NW du col par une bande de Flysch de faciès banal, c'est le Flysch d'Ochsenweid, Flysch nummulitique que M. DE RAAF considérait comme faisant partie de la nappe du Niesen et que nous attachons à celle du Laubhorn.

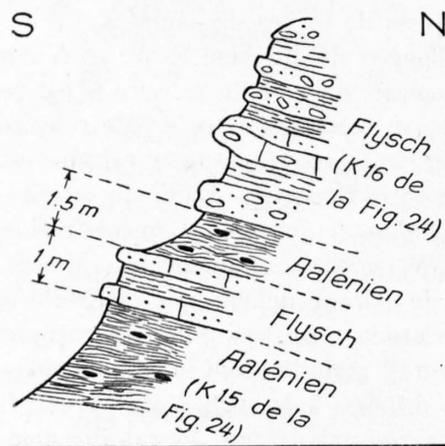


Fig. 26. Coupe à l'W du col de Brandsberg

3° Résumé

De Hintere Windspillen au col de Krinnen, la coupe de l'arête nous montre une série monoclinale plongeant au NW, le Trias d'Hintere Windspillen étant géométriquement la zone la plus basse, et «l'Aalénien des Cols» la plus haute. Du S au N, nous avons la superposition suivante:

- K 10 Cornieule, gypse, cornieule et calcaire dolomitique. Trias d'Hintere Windspillen.
- K 11 (Masses écroulées sur place.)
- K 12 Flysch.
- K 13 Aalénien.
- K 14 Flysch.
- K 15 Aalénien du col de Brandsberg.
- K 16 Flysch (avec à la base une lentille de Malm? et une autre d'Aalénien).
- K 17 lame cristalline (calcschistes chloriteux).

- K 18 Flysch.
- K 19 Aalénien.
- K 20 Schistes du Trias.
- K 21 Cornieule et gypse (Trias).
- K 22 Aalénien des cols.
- K 23 Flysch d'Ochsenweid.

Corrélations et interprétation tectonique

Il est malaisé d'établir un parallélisme entre l'arête de Krinnen-Walliser Windspillen et celle du Trüttlisberg. Le segment qui va du Kleinhörnli au Trias d'Hintere Windspillen correspond en gros au Tossen, sans qu'on puisse établir de corrélations plus poussées. Ces deux régions appartiennent aux nappes du Mont Bonvin principalement et de la Plaine Morte.

Les corrélations de la partie N des deux arêtes du Trias de base de la nappe du Laubhorn au Niesen offrent aussi des difficultés. On peut dire avec certitude que l'Aalénien du col de Krinnen correspond à celui du Trüttlisbergpass; c'est l'Aalénien des cols sur lequel repose le Flysch d'Ochsenweid. D'autre part, le Trias des Stüblenen se poursuit à l'W par celui d'Hintere Windspillen. Entre les deux, sur l'arête de Krinnen, on trouve quatre zones de Flysch, trois zones aaléniennes, une lentille de Trias et la lame de cristallin. Sur le versant droit de la vallée de Lauenen, au contraire, on a deux zones aaléniennes, deux de Flysch (Fluh), une écaille de Malm, deux de Trias et du Flysch Mont Bonvin.

Il nous semble que la lentille de Trias du col de Krinnen corresponde au Trias du Trüttlisbergpass et de Vorder Trüttlisberg, le Flysch de Stand ne se retrouvant pas à l'W. Nous avons montré que les deux écailles triasiques se confondent, puis s'écrasent dans la région de Safranvorsass. La lentille de Krinnen serait l'extrémité d'une lame triasique plongeante, plantée à la base de l'Aalénien des cols. Le Flysch (K 18), la lame cristalline (K 17), le Flysch de Brandsberg (K 16) et l'Aalénien K 15 du col de Brandsberg ne seraient pas représentés sur le versant droit de la vallée de Lauenen. Le Flysch (K 14) au S du col de Brandsberg semble se relier par Hoher Schachen (1622 m.) à celui du haut de la paroi de Fluh. L'Aalénien (K 13) serait le même que celui qui sépare les deux Flysch de la paroi de Fluh.

Le Flysch inférieur de Fluh reposerait à l'arête de Krinnen directement sur le Trias de base, l'Aalénien du col de Haslerberg serait écrasé entre ce Flysch et le Trias.

Le Trias de Hintere Windspillen étant le même que celui des Stüblenen doit donc, comme ce dernier, se fermer en synclinal vers le S. La limite N du Trias forme une surface plane plongeante au NW, séparant deux régions à style tectonique différent: au S un style plissé, au N un régime isoclinal. Au S, l'influence de l'Helvétique est prépondérante, au N on a affaire à une série d'écailles superposées, entraînées en avant par le chevauchement de la nappe du Niesen.

Chapitre 9

Le versant droit de la Sarine (vallée de Gsteig)

On remarque de Gsteig, sur le versant des Walliser Windspillen, une butte calcaire émergeant des forêts. C'est le rocher appelé Lochstafel sur l'ancienne carte topographique au 1 : 50 000. Le nom ne se retrouve pas sur la nouvelle base topographique, le Lochstafel y est marqué par le point coté 1763 m., voisin d'un chalet actuellement détruit.

La butte est formée par une tête anticlinale de la nappe du Wildhorn, probablement séparée de sa racine et entraînée en avant au milieu des terrains préalpins. A sa base, on trouve du Barrémien surmonté par l'Urgonien formant paroi, et du calcaire nummulitique. Au pt. 1763 m. affleure du quartzite nummulitique, recouvert directement à E de ce point par de la cornieule épaisse de 40 à 50 m. environ. Elle est accompagnée de gypse lenticulaire visible dans quelques dolines, et qui semble englobé dans la cornieule. Sur le Trias, on trouve du Flysch de la nappe du Mont Bonvin, qui se poursuit horizontalement vers le N jusque vers les chalets cotés 1854 m. Du pt. 1763 m., on voit le Trias se prolonger vers le N égale-

ment, et se raccorder par une belle charnière arrondie à la masse gypseuse du Trias d'Hintere Windspillen. Le Trias du Lochstafel forme donc un pli en retour qui vient s'intercaler entre la masse d'Oxfordien et de Flysch des Walliser Windspillen et l'Helvétique. La nappe du Mont Bonvin qui était écrasée au Lochstafel (entre le Trias et le Nummulitique Wildhorn) se retrouve, représentée par du Flysch schisto-gréseux, au front du pli de Lochstafel, dans le torrent de Fluhweid. Vertical dans le torrent, il se renverse vers le S, passe presque horizontal sous le Lochstafel, supportant directement le Barrémien (de la nappe du Wildhorn) puis disparaît sous des éboulis. On le retrouve 200 m. au N des chalets de Lengmatten, plongeant fortement au S. Le Flysch, épais de 60 m. environ, s'appuie constamment au N contre le Trias de base du Laubhorn, qui occupe tout le versant à l'W de Fluhweid et de Lengmatten.

Le pli en retour que décrit le Trias à Lochstafel est le même que celui de Hinterm See, au S de Lauenen. Le pli (Wildhorn) du Lochstafel doit correspondre à un des plis de Lauenen, le pli supérieur probablement.

La limite N du Trias de base forme une surface grossièrement plane et plongeant au NW d'une quarantaine de degrés.

Weisstannegg.

A la cote 1770 m., à l'E des chalets de Weisstannegg, on voit une plate-forme allongée, d'une centaine de mètres. Elle est supportée par une paroi abrupte d'où partent des éboulis et des masses écroulées.

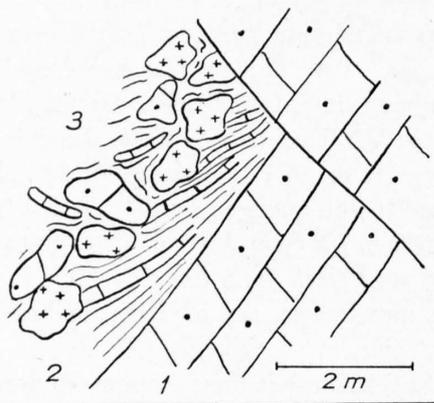


Fig. 27. Coupe de la paroi de Weisstannegg, cote 1760 m.

1 et 2: Calcaire à silex (Malm).
3: Brèche du Flysch

A l'extrémité SW du replat, on observe, cote 1760, dans la paroi, la transgression d'un Flysch bréchique sur un calcaire compact du Malm (voir fig. 27).

N° 1: Calcaire à silex compact, à cassure lisse, à patine bleu-tée. On y voit quelques bélemnites.

En coupe mince: pâte calcaire cryptocristalline chargée de matières argileuses. On distingue de la calcédoine et des radiolaires calcifiés. Par places la roche a un aspect bréchique; les éléments sont des fragments du même calcaire, cimentés par de la calcite grossièrement cristallisée et accompagnée parfois de quartz et d'albite à formes anguleuses.

N° 2: Schistes calcaires contenant des lentilles de calcaire (n° 1) interstratifiées. Le contact entre n° 1 et n° 2 semble mécanique.

N° 3: Brèche à éléments de 20 à 30 cm. discordante sur n° 2. Les éléments sont surtout cristallins (microgranite blanc, roches vertes, gneiss) accompagnés de morceaux de calcaire à silex (n° 1) et

de n° 2. Des failles nombreuses morcellent la paroi. Le calcaire à radiolaires rappelle le Malm par son faciès.

A l'autre extrémité de la plate-forme, on retrouve le calcaire à silex.

Une zone sans affleurement sépare le Malm du gypse d'Hintere Windspillen, qui forme la pente au SE du replat. Cependant, à son extrémité NE, un flysch banal schisto-gréseux s'intercale entre le calcaire à silex et le gypse. C'est le Flysch (K 12) de la coupe de l'arête.

Au N des affleurements que nous venons de décrire, on voit un vallon occupé par des terrains glissés, et rejoignant le glissement du Saaligraben au chalet coté 1524 m. Nous l'appellerons: vallon 1524. On y trouve, à la cote 1670 m., une barre rocheuse isolée dans le glissement de terrain. Elle est déterminée par le même calcaire à silex (suite de celui de Weisstannegg) auquel s'associe également une brèche du Flysch, mais à moins gros éléments. On peut suivre le Malm sur le versant N du vallon 1524 jusqu'à la cote 1710, où il marque la base d'un Flysch peu bréchique, se raccordant à celui qui passe l'arête immédiatement au S du petit col de Brandsberg (Flysch K 14). L'Aalénien K 13 se coince donc vers l'W, puisqu'on ne le retrouve pas à Weisstannegg.

Au nord du vallon 1524, existe un éperon rocheux, s'appuyant sur deux pointements de gypse (K 21), et séparé de l'arête de Krinnen par un étroit glissement de terrain, issu de l'Aalénien de Brandsberg. Cet éperon, bien que distant d'à peine 100 m. de l'arête de Krinnen, présente de grandes différences

avec la coupe de cette dernière. On ne retrouve plus l'Aalénien (K 19), le Flysch (K 18) ni la lame cristalline (K 17). Par contre, l'Aalénien du col de Brandsberg, déjà double à l'arête (K 15 et base du Flysch K 16), est représenté par trois bandes aaléniennes; à chacune d'elles s'associe du Flysch schisto-gréseux.

De l'Aalénien du col de Krinnen, le glissement de terrain très actif de Saaligraben descend vers la vallée pour s'étaler largement sur la rive droite de la Sarine. Dans son cours inférieur, il est dominé au N par une paroi sombre, située au S de Gschwendvorsass et appelée «Blaue Schüpfe» par les indigènes, décrite par M. DE RAAF dans son ouvrage sur le Niesen (25 p. 61). La paroi est faite de Lias peut-être moyen, reposant, sans contact visible, sur l'Aalénien des cols. Le Flysch d'Ochsenweid, selon M. DE RAAF, repose très aminci sur le Lias des «Blaue Schüpfe». Si l'on admet que le Flysch d'Ochsenweid est lié à l'Aalénien (voir p. 54) et que le Lias des «Blaue Schüpfe» s'y rattache stratigraphiquement, ce Flysch transgresserait, entre Gsteig et le col de Krinnen, sur une série renversée. Cela entraînerait l'existence de chevauchements importants avant la transgression du Flysch, donc datant du Crétacé supérieur ou du Paléocène. Nous ne pouvons dire avec certitude que le Flysch d'Ochsenweid soit transgressif sur l'Aalénien, mais cela reste une possibilité.

Chapitre 10

Résumé et conclusions tectoniques

Trois nappes concourent à former la zone des cols entre le Hahnenmoos et Gsteig, soit de bas en haut: les nappes de la Plaine Morte, du Mont Bonvin et du Laubhorn.

Les deux nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin sont toujours associées l'une à l'autre; aussi y a-t-il intérêt à les examiner ensemble¹⁾.

On les trouve dans deux positions tectoniques distinctes: d'une part, en repos sur la nappe du Wildhorn, d'autre part formant des lames anticlinales plongeantes, intercalées dans les terrains de la nappe du Laubhorn.

1° Plaine Morte et Mont Bonvin en repos normal sur la nappe du Wildhorn

Nous comprenons dans cette zone l'ensemble des terrains qui séparent le nummulitique de la nappe du Wildhorn, du Trias de base du Laubhorn. Ce Trias forme une zone continue de l'arête du Metschhorn à Gsteig, en passant par la Lenk, Stoss, Stüblenen, Wolfegg et Hintere Windspillen.

La nappe de la Plaine Morte est représentée par des lentilles discontinues de terrains uniquement crétacés, jalonnant la base de cette zone S.

A l'E de la Simme, on trouve deux grandes écailles en repos direct sur les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn; l'une, au pied de l'Ammertengrat, comprenant du Maestrichtien et un peu de Valanginien; l'autre, au N du Rätzliberg, formée d'une série normale de Valanginien, Hauterivien et Barrémien. Ces écailles ont plusieurs centaines de mètres de longueur. Elles prolongent au N en quelque sorte, les lambeaux de recouvrement du Rawil (Laufbodenhorn, Rohrbachstein, etc.).

A l'W de la Simme, le rôle de la nappe de la Plaine Morte est beaucoup moins important. Les lentilles sont de faibles dimensions, variant de la taille d'une maison à de simples galets de la grosseur du poing. Elles sont généralement faites de calcaire à roselines (Turonien) parfois en contact avec les schistes nummulitiques, plus souvent enrobé dans les marnes oxfordiennes de la nappe du Mont Bonvin, au voisinage du plan de chevauchement. Près de la Lenk, on peut observer une véritable brèche tectonique, dont les éléments de faibles dimensions appartiennent soit à la Plaine Morte (Turonien, Barrémien), soit à la nappe du Mont Bonvin (Malm) et sont cimentés par des marnes oxfordiennes (en tout cas partiellement). La région des Internes à l'W de la Simme correspond, sur le versant S des Hautes Alpes calcaires, au lambeau de recouvrement du Six des Eaux froides, au Chamossaire, où la nappe du Mont Bonvin repose directement sur celle du Wildhorn.

¹⁾ Pour la commodité du langage, nous avons réuni, sous le terme d'«ultra-helvétiques» les nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin, les distinguant ainsi de la nappe du Laubhorn.

Il est évident que la nappe de la Plaine Morte, sur notre terrain, joue un rôle exclusivement passif. Les lentilles qui la constituent furent entraînées en avant par la nappe du Mont Bonvin, lors de l'écoulement de cette dernière dans la fosse où se préparait la nappe du Wildhorn. La répartition actuelle date très probablement de cette époque-là.

La nappe du Mont Bonvin comprend à la base un ensemble de marnes (Aalénien-Oxfordien) et du Malm sur lesquelles transgressent des couches de Wang (Regenbolshorn) et du Flysch (Ober Laubhorn, Hammerschwand, Ritzli, Spitzenegg et Walliser Windspillen). S'il semble bien que l'Aalénien et le Dogger de la région de Steigelberg se rattachent à la nappe du Mont Bonvin, car on les voit associés à de l'Oxfordien, il n'en est pas de même de ceux de l'Alpe de Pommern. Là, l'Aalénien et le Dogger reposent en synclinaux sur du Flysch; ils sont donc indépendants des Oxfordiens et Malm de la nappe du Mont Bonvin. Ils forment une sous-nappe qui prend dans la vallée d'Adelboden une importance considérable. K. HUBER (23) la rattache à la nappe du Mont Bonvin, dont elle se serait détachée lors de la mise en place des nappes, le décollement s'étant fait à la base de l'Oxfordien. Il est possible que cette zone Aalénien-Dogger fasse partie de la nappe du Laubhorn. La question reste ouverte.

Le Malm de la nappe du Mont Bonvin se présente sous forme de vastes lentilles isolées les unes des autres. Il est probable que les transgressions maestrichtienne et éocène se soient avancées sur une surface plus ou moins plissée, et que ces lentilles de Malm ne soient que des restes synclinaux épargnés.

Dans la vallée de la Simme et de Pöschenried, la nappe du Mont Bonvin se compose: à sa base, d'une masse marneuse oxfordienne, dans laquelle nagent deux séries de lentilles de Malm en position normale; au sommet, d'une zone de Flysch schisto-gréseux transgressif.

Dans la partie W de notre territoire, le Malm joue un rôle plus restreint; la structure de la nappe demeure complexe, c'est un ensemble d'écaillés d'Oxfordien, d'Aalénien et de Dogger avec des lames synclinales de Flysch.

La nappe du Mont Bonvin est moulée sur celle du Wildhorn dont elle épouse la forme des plis. Sa mise en place est donc antérieure au plissement de la nappe de l'Helvétique. Il est probable que la structure en écaillés de la base de la nappe du Mont Bonvin date de sa mise en place.

Nous avons indiqué au début de ce chapitre qu'une bande triasique continue marquait la limite N des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin, en repos sur l'Helvétique. Le contact ne constitue pas une surface régulière; à deux endroits (Blatti et Walliser Windspillen), il présente des complications fort intéressantes.

A Blatti, on remarque une double tête anticlinale de la nappe du Mont Bonvin, qui vient s'enfoncer dans la masse triasique des Stüblenen, provoquant un pli en retour du Trias (Pl. III, profil 3).

Aux Windspillen, le phénomène est très semblable, mais le pli en retour du Trias, à la place de venir s'insinuer dans les terrains du Mont Bonvin, vient se coller directement sur l'anticlinal Lauenen-Lochstafel (nappe du Wildhorn) (Pl. IV).

La présence à Dole d'un lambeau de Trias, pincé dans le synclinal d'Iffigen, démontre que la sous-nappe du Trias-Lias calcaire (nappe du Laubhorn) était déjà en place, tout comme celle du Mont Bonvin, avant le plissement des Helvétiques.

Comment expliquer les plis de Blatti et des Windspillen? Nous nous représentons leur genèse de la façon suivante: d'abord les nappes de la Plaine Morte, du Mont Bonvin et du Laubhorn s'écoulaient dans la fosse helvétique. Après le plissement de ces dernières, le cœur des synclinaux (Wildhorn) est occupé par le Trias (Dole) voir fig. 28, (p. 65). Puis sous l'influence du chevauchement du Niesen, la masse triasique se trouve entraînée vers le bas; la nappe du Mont Bonvin est arrachée en partie de la crête des anticlinaux de la nappe du Wildhorn et entraînée vers le bas, formant les plis plongeant de Blatti et des Windspillen. Les synclinaux triasiques subissent le même sort, à part celui de Dole, qui était probablement trop éloigné du plan de chevauchement du Niesen. L'anticlinal de Blatti aurait été arraché du pli du Hohberg, celui des Windspillen de l'anticlinal du Rothorn (voir fig. 28, p. 65). Le phénomène ne se produirait pas tout au long des anticlinaux du Wildhorn, mais seulement dans leur partie élevée, c'est-à-dire lorsque la montée axiale les aurait amenés dans la zone d'influence du Niesen. Remarquons en faveur de cette hypothèse que la nappe du Mont Bonvin est considérablement amincie sur les anticlinaux du Wildhorn, et cela d'autant plus qu'ils sont plus proches du Niesen.

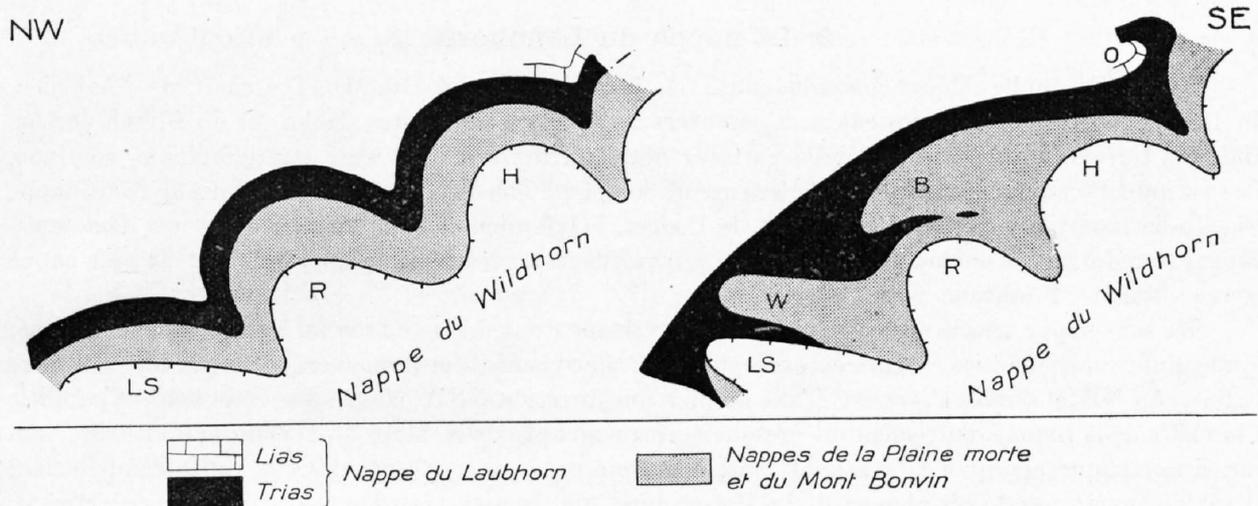


Fig. 28. Schéma de la formation des plis de Blatti et des Walliser Windspillen
 B = Blatti, W = Walliser Windspillen, H = Hohberg, R = Rothorn, LS = Lauenen, O = Ober Laubhorn

2° Les lames anticlinales plongeantes des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin

Au N de la zone triasique qui marque la base de la nappe du Laubhorn, on retrouve des terrains appartenant à la Plaine Morte et au Mont Bonvin. Ils se présentent sous forme de masses lenticulaires, se coinçant vers le bas et détachées de leurs racines. Les terrains qui les constituent sont souvent très écrasés et réduits en lentilles.

Les lames plongeantes sont au nombre de quatre, peut-être même de cinq, soit de bas en haut :

1° La lame anticlinale du Metschstand, sur le versant droit de la vallée de la Lenk. Elle est formée d'un cœur de Maestrichtien entouré de Wildflysch et de Turonien. Elle repose sur une série renversée Oxfordien-Flysch appartenant à la nappe du Mont Bonvin. On retrouve du Flysch, du Malm et de l'Oxfordien en lentilles discontinues formant le flanc normal de la lame. La structure anticlinale de la lame du Metschstand est donc bien nette, une zone centrale occupée par des terrains de la nappe de la Plaine Morte, entourée de la nappe du Mont Bonvin. Le tout a une structure monoclinale plongeante au N, sans charnière visible, et venant s'intercaler entre le Trias du flanc normal du synclinal triasico-liasique Metschhorn-Ober Laubhorn et le Trias du Hahnenmoos.

2° La lentille de Vorder Trüttlisberg, Malm intercalé entre le Trias de Vorder Trüttlisberg et du Flysch de la nappe du Laubhorn.

3° La zone des Haslerbergmäder et de Stand qui comprend des lentilles de Malm, du Flysch et du marbre blanc (Valanginien?) situés entre le Trias de Vorder Trüttlisberg et celui du Trüttlisbergpass.

4° La zone du Lochberg, zone fort complexe de lentilles de la Plaine Morte (Barrémien et Valanginien) et du Mont Bonvin (Malm, Flysch). A cette zone se rattachent les Malms de Tschätten et l'Oxfordien du Wallbach. La zone du Lochberg s'intercale entre l'Aalénien des cols et le Trias du Trüttlisbergpass.

5° La zone mésozoïque d'Ochsenweid décrite par M. DE RAAF, au-dessus de l'Aalénien des cols. Nous avons vu (chap. 6, 7) que ces lentilles mésozoïques pourraient s'interpréter soit comme des reliques d'une transgression du Flysch sur l'Aalénien, soit comme les représentants très écrasés d'un repli supérieur des nappes ultrahelvétiques.

On remarque que les zones des Haslerbergmäder et surtout du Lochberg sont fortement dynamométamorphisées; les terrains qui les constituent sont réduits en lentilles nombreuses, les calcaires plus ou moins transformés en marbres, les schistes deviennent sériciteux. Dans la lame du Metschstand au contraire, les sédiments sont demeurés normaux.

Comme la zone du Lochberg est structurellement la plus élevée des quatre, c'est-à-dire la plus proche du plan de chevauchement du Niesen, il semble bien que ce soit le chevauchement de cette dernière nappe qui soit responsable de ce dynamométamorphisme.

Ces lames de la Plaine Morte et du Mont Bonvin s'intercalent entre les terrains de la nappe du Laubhorn; on ne peut discuter de la mise en place de l'un de ces éléments indépendamment des autres. Aussi reviendrons-nous sur cette question au sous-chapitre suivant.

3° La nappe du Laubhorn

La nappe du Laubhorn comprend du Trias, du Lias calcaire (Rhétien-Toarcien), de l'Aalénien, du Dogger, de l'Oxfordien, des calcaires compacts à silex et à radiolaires (Malm) et du Flysch éocène. Mais ces terrains ne se trouvent nulle part sur notre territoire en une série stratigraphique continue. Ils se scindent en deux sous-nappes; l'inférieure ne comprend que du Trias et du Lias calcaire (sous-nappe triasico-liasique); la supérieure, l'Aalénien, le Dogger, l'Oxfordien et le Flysch. Souvent ces deux sous-nappes se réduisent chacune à un seul terrain, généralement le plus plastique; le Trias pour la sous-nappe triasico-liasique, l'Aalénien pour l'autre.

La sous-nappe triasico-liasique forme sur le versant droit de la Simme un vaste synclinal couché, formé d'une masse de Lias calcaire entourée de Trias. Le synclinal est fermé vers le SE par une charnière visible. Au NW, il semble s'écraser. L'axe du pli a une direction NNW, c'est-à-dire sensiblement parallèle à la vallée de la Simme, autrement dit presque normale aux plis de la nappe du Wildhorn. Cette direction curieuse explique pourquoi le synclinal triasico-liasique ne se retrouve pas dans la vallée d'Adelboden. Il est recouvert par le pli plongeant du Metschstand qui, comme nous l'avons indiqué précédemment, se rattache aux nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin.

Le synclinal triasico-liasique se retrouve sur le versant gauche de la vallée, dans l'Ober Laubhorn, où sa charnière synclinale, nettement marquée, a une direction SW-NE. Le Trias et le Lias occupent la partie supérieure de la montagne formant ainsi un lambeau isolé du reste de la nappe du Laubhorn.

Cette dernière se retrouve à l'W dans le massif des Mülkerblatten, où elle a la constitution suivante: à la base une bande de Trias qui est l'équivalent de celui de l'Ober Laubhorn; au-dessus, de l'Aalénien supportant du Dogger. Le Dogger dessine une charnière synclinale, fermée au SE, qui paraît à première vue faire partie du synclinal de l'Ober Laubhorn. Mais il semble bien que l'on doive séparer le synclinal triasico-liasique du Metschhorn-Ober Laubhorn de celui des Mülkerblatten pour les raisons suivantes:

1° Admettre qu'il n'y a qu'un seul synclinal revient à paralléliser la lame anticlinale du Metschstand avec celle du Lochberg. Or, elles ont une composition différente. D'autre part, le changement de direction de l'axe du synclinal triasico-liasique doit faire passer la lame du Metschstand au-dessus de la vallée de Pöschenried.

2° On ne trouve pas de Dogger dans le synclinal du Metschhorn. De même il n'y a pas de Lias calcaire certain dans les Mülkerblatten.

3° La preuve que le synclinal de l'Ober Laubhorn doit s'écraser dans le Trias de base des Mülkerblatten-Stüblenen, nous est fournie par les lentilles liasiques enrobées dans le Trias des Stüblenen et de Wolfegg. Dans cette dernière localité, on trouve également du Turonien, qui se rattacherait à la lame du Metschstand et dont la position serait inexplicable si les Mülkerblatten et l'Ober Laubhorn faisaient partie d'un même synclinal.

Le synclinal triasico-liasique est donc indépendant de celui des Mülkerblatten.

Vers l'W, le synclinal Metschhorn-Ober Laubhorn, dont la charnière est fermée vers le S, et la lame du Metschstand (nappes Plaine Morte et Mont Bonvin) s'écrasent dans ou sur le Trias de base de la nappe du Laubhorn. Ce Trias doit donc être considéré comme une masse complexe, où l'on retrouve, d'une part, des lambeaux liasiques, restes écrasés du noyau synclinal fermé vers le S et, d'autre part, des débris représentant la lame anticlinale du Metschstand (voir fig. 29, p. 68). Les lentilles liasiques que nous avons décrites dans la masse triasique des Stüblenen, à Gridi, à Vorder Trüttlisberg, ne sont autres choses que ces lambeaux d'un noyau synclinal écrasé et la lentille de Turonien de Wolfegg est un débris perdu de la lame du Metschstand.

Cette disposition complexe du Trias de la base de la nappe du Laubhorn se poursuit jusqu'au col du Pillon. En effet, M. LUGEON a récemment décrit (27 et 28) au Pillon, associé à ce Trias de base, une zone complexe que McCONNEL avait appelée la «zone de Rard» (27, p. 4) et qui contient, en lentilles dispersées, des quartzites à glauconie, du Turonien, du Barrémien — représentant la nappe de la Plaine Morte, comme notre lentille de Turonien de Wolfegg, par conséquent la lame du Metschstand — et des calcaires spathiques à bélemnites probablement liasiques, représentant le cœur synclinal de l'Ober Laubhorn, tout comme nos lentilles des Stüblenen.

Ainsi la disposition des nappes de la «zone interne» telle qu'elle nous apparaît clairement sur le versant droit de la Simme permet de comprendre les complications qui paraissent inextricables au Col du Pillon et plus à l'W.

En effet, l'étude de M. LUGEON que nous venons de citer a fait ressortir la complication extrême de la zone des cols au Pillon. Sous la nappe du Niesen, il distingue de haut en bas :

Niveau 6. Aalénien des Moilles.

- » 5. Crétacique-Flysch du ruisseau des Moilles.
- » 4. Trias (cornieule) du lac de Retaud.
- » 3. Aalénien de Roseyres.
- » 2^{bis}. Localement du gypse et de la cornieule.
- » 2. Zone de Rard.
- » 1. Grande bande triasique du Pillon.

Ces différents niveaux peuvent être rattachés aux divers éléments du bâti que nous a révélés la région de la Lenk.

Le synclinal des Mülkerblatten s'écrase vers le bas au NE, aux environs de la Lenk; au SW, seul l'Aalénien du flanc renversé passe le col des Haslerbergmäder; de là, il se poursuit à l'W, se compliquant de lames synclinales de Flysch au nombre de deux sur le versant droit de la vallée de Lauenen et de quatre à l'arête de Krinnen.

Dans la région du Pillon, l'Aalénien du col de Haslerberg a pour équivalent l'Aalénien de Roseyres (niveau 3).

Sur l'arête du Trüttlisberg, l'Aalénien de Haslerberg est indépendant du Trias de Vorder Trüttlisberg, car du Flysch et une lentille de Malm les séparent. Sur le Trias de Vorder Trüttlisberg arrive la zone lenticulaire des Haslerbergmäder et de Stand, lame plongeante des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin. Une nouvelle zone de Trias (Trias du Trüttlisberg) sépare la lame de Stand de celle du Lochberg, qui vient donc s'intercaler entre l'Aalénien des cols et le Trias du Trüttlisberg.

A l'W, la lame de Stand s'écrase, les deux bandes triasiques du Trüttlisberg et de Vorder Trüttlisberg se confondent, puis s'écrasent à leur tour. On retrouve le Trias au col de Krinnen, où il supporte directement l'Aalénien des cols. La zone du Lochberg qui les sépare à l'E du col du Trüttli manque à Krinnen.

On la retrouve dans la région du Pillon, c'est le Crétacique-Flysch du ruisseau des Moilles (niveau 5).

Tout l'ensemble (zones du Lochberg, Stand et synclinal des Mülkerblatten) ne se retrouve pas sur le versant droit de la vallée de la Simme.

L'Aalénien des cols est peut-être en série renversée; on trouve, en effet, à sa base des zones plus gréseuses qui rappellent le Bajocien (vallée du Wallbach) et, près de Gsteig, à sa partie supérieure le Lias des Blaue Schüpfe (voir p. 63). Mais l'âge de ce Bajocien et de ce Lias n'est basé que sur des analogies de faciès; la position renversée de l'Aalénien des cols est donc encore hypothétique.

Quant au Flysch d'Ochsenweid qui surmonte l'Aalénien des cols, il est bien certain qu'il se rattache aux Préalpes internes. Mais ces relations avec l'Aalénien des cols demeurent obscures. Il est possible que ce Flysch transgresse sur l'Aalénien, comme c'est le cas au Meilleret, dans la région du Chamossaire. Le Flysch éocène d'Ochsenweid est, en effet, l'équivalent de celui du Meilleret. Mais on trouve à la base du Flysch d'Ochsenweid des lentilles de Malm ou de Barrémien que M. DE RAAF (25, p. 74) considérait comme le cœur mésozoïque écrasé de la digitation d'Ochsenweid. Le Flysch d'Ochsenweid étant l'équivalent du Flysch du Meilleret, il se peut que ces lentilles soient des restes des terrains détruits avant la transgression du Flysch, à moins qu'elles ne représentent un repli supérieur très écrasé des ultrahelvétiques.

En résumé, la zone des cols nous montre la superposition suivante de bas en haut :

- 1° Nappe de la Plaine Morte en repos sur les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn.
- 2° Nappe du Mont Bonvin.
- 3° Synclinal triasico-liasique, s'écrasant à l'W.
- 4° Lame anticlinale plongeante du Metschstand (Plaine Morte et Mont Bonvin).

- 5° Synclinal des Mülkerblatten, relayé à l'W par l'Aalénien des Haslerberg et les Flysch de Fluh et de l'arête de Krinnen.
- 6° Lentille de Vorder Trüttlisberg (Malm du Mont Bonvin).
- 7° Trias de Vorder Trüttlisberg (N. du Laubhorn).
- 8° Lame des Haslerbergmäder et de Stand (Plaine Morte et Mont Bonvin).
- 9° Trias du Trüttlisberg (N. du Laubhorn).
- 10° Zone du Lochberg (N. Plaine Morte et Mont Bonvin).
- 11° Aalénien des cols (N. du Laubhorn).
- 12° Zone mésozoïque et Flysch d'Ochsenweid (N. Plaine Morte et Mont Bonvin? ou Laubhorn?).

La fig. 29 indique les relations des différentes unités des Préalpes internes sur notre territoire. Elle montre d'une façon schématique comment les éléments tectoniques se relaient vers l'W en même temps que vers la profondeur.

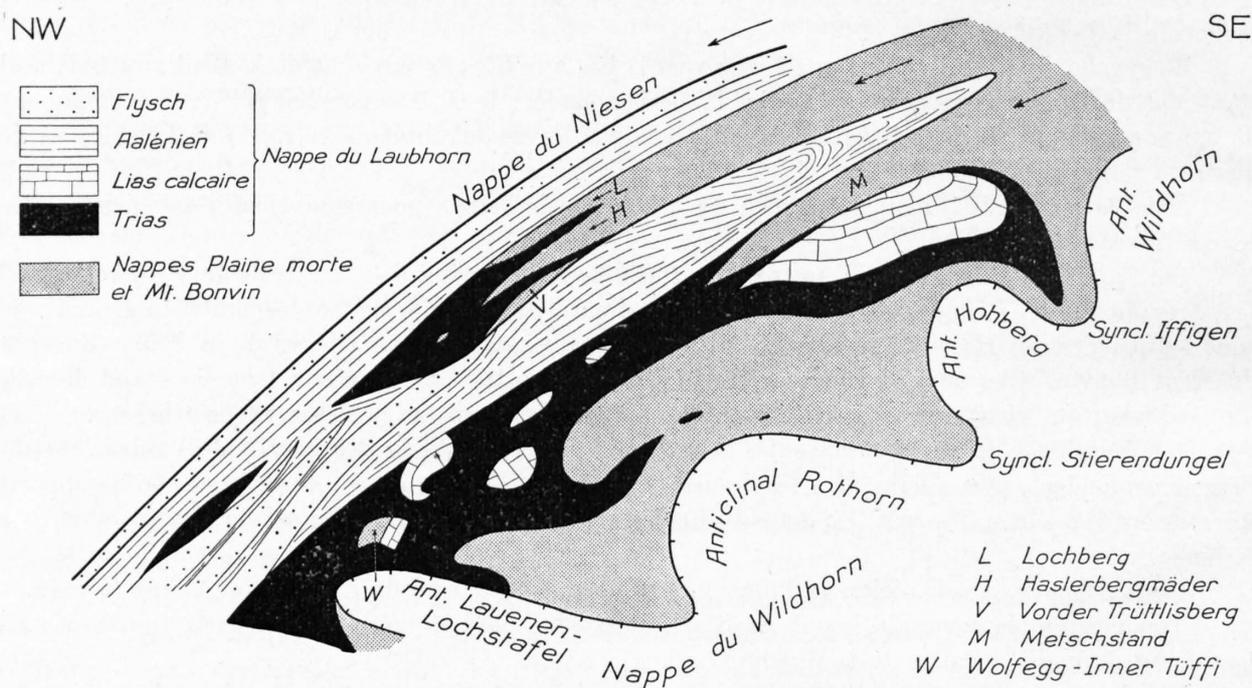


Fig. 29. Schéma structural de la zone des cols entre la Simme et la Sarine

Elle nous montre que le Trias de base de la nappe du Laubhorn est une zone complexe, où viennent s'écraser un synclinal plongeant à noyau liasique fermé vers le S et une tête anticlinale plongeante des nappes ultra-helvétiques. D'autres lames ultra-helvétiques plongeantes (Vorder Trüttlisberg, Haslerbergmäder, Lochberg, peut-être Ochsenweid) viennent se planter au-dessus de ce Trias basal. C'est donc à la partie supérieure de tout ce complexe que la nappe du Laubhorn est en position normale.

Nous avons vu que cette architecture si claire dans la région de la Lenk permet seule de comprendre les dispositions compliquées de l'arête du Trüttlisberg, de l'arête de Krinnen et du col du Pillon.

K. HUBER (23) a distingué dans la région d'Adelboden dix écaïlles ou unités tectoniques indépendantes. Il donne à la p. 109 un schéma tectonique montrant les relations de ces différentes écaïlles.

Ses écaïlles (Schuppen) I et II composées de Crétacique et de Flysch représentent la nappe de la Plaine Morte en repos sur les schistes nummulitiques de la nappe du Wildhorn.

La base de sa Schuppe IV composée d'Oxfordien, de Malm et de Flysch prolonge la nappe du Mont Bonvin en position normale (n° 2 de la page 67).

Notre lame du Metschstand (n° 4) prend une grande ampleur dans la vallée d'Adelboden (écaïlles VII, VIII et IX de K. HUBER et probablement une partie de son complexe IV).

Quant à la Schuppe V formée d'Aalénien et de Dogger, elle s'intercale entre les nappes ultrahelvétiques en repos normal et la masse anticlinale plongeante qui prolonge le Metschstand. Elle se trouve donc en position synclinale fermée vers le S. Il semblerait normal de la considérer comme un synclinal de la nappe du Laubhorn.

L'écaïlle III de K. HUBER, formée d'un petit paquet de Trias et de Lias collé sur l'anticlinal lingual de l'Elsighorn (nappe du Wildhorn), appartient évidemment à la nappe du Laubhorn. Il rappelle beaucoup le pli en retour d'Hintersee et sa genèse est probablement identique.

Nous avons indiqué que le synclinal triasico-liasique ne se retrouve pas sur le versant d'Adelboden.

Chapitre 11

Essai d'interprétation tectonique

Pour tenter, avec le maximum de chance, l'interprétation tectonique de la zone des cols entre la Simme et la Sarine, il faudrait une connaissance approfondie de l'ensemble des Préalpes internes, des masses préalpines supérieures et des Helvétiques, connaissance que nous sommes loin de posséder. Il nous a paru néanmoins intéressant de formuler nos idées à ce sujet, car dans chaque hypothèse, il y a une parcelle de vérité.

On sent bien que les Préalpes internes ont joué un rôle essentiellement passif et que leur structure actuelle a été conditionnée par le chevauchement des Préalpes supérieures et la mise en place des Helvétiques. En ce qui concerne notre région, nous ne considérerons que le rôle des deux nappes qui encadrent la zone des cols, celle du Wildhorn et celle du Niesen.

Tout d'abord, les Internes (de la nappe de la Plaine Morte à la sous-nappe triasico-liasique de l'Ober Laubhorn) ont été plissées en même temps que la nappe du Wildhorn, dont elles épousent les plis. Cela démontre que les ultra-helvétiques Plaine Morte et Mont Bonvin recouvraient déjà la fosse où se formaient les Helvétiques avant la mise en place de la nappe du Wildhorn. Il est probable que la sous-nappe supérieure du Laubhorn (Aalénien-Dogger) était également en place avant le paroxysme helvétique, mais ceci n'est pas démontrable sur notre territoire.

MM. M. LUGEON et E. GAGNEBIN (29) ont montré que la mise en place des Préalpes supérieures est antérieure à celle des Helvétiques, sauf peut-être pour la nappe du Niesen, la dernière arrivée des Préalpes. Nous pensons que la mise en place du Niesen est postérieure à celle de la nappe du Wildhorn. Nous ne pouvons en donner de preuve directe, mais en adoptant cette hypothèse, les faits semblent se grouper en un tout cohérent.

On se représente la nappe du Niesen passant sur la carapace plissée du Wildhorn, entraînant vers le N, par frottement, les terrains des Internes. Des anticlinaux Wildhorn se détacheront les lames anticlinales des nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin. Le cœur des synclinaux occupés par les terrains de la nappe du Laubhorn sera également entraîné vers le bas et formera les synclinaux du Metschhorn et des Mülkerblatten.

Il est, en effet, intéressant de constater qu'en arrière de l'anticlinal du Wildhorn (voir fig. 29, p. 68), la nappe du Wildhorn ne présente plus qu'un anticlinal, celui du Wildstrubel, puis s'abaisse vers la vallée du Rhône. Entre les anticlinaux du Wildhorn et du Wildstrubel, le synclinal du Rawyl contient un peu d'Aalénien et de Dogger de la nappe du Laubhorn. Comme nous avons montré que les anticlinaux du Rothorn et du Hohberg étaient au cœur des replis ultra-helvétiques des Walliser Windspillen et de Blatti, il nous paraît probable que les anticlinaux plus internes de la carapace de la nappe du Wildhorn ont dû jouer un rôle analogue par rapport aux lames plongeantes du Metschstand, des Haslerbergmäder et du Lochberg.

La première lame, entraînée par la nappe du Niesen, sera formée par l'Aalénien des cols et le Flysch d'Ochsenweid — provenant probablement de la partie S de la nappe du Wildhorn. Puis la zone complexe du Lochberg, des Haslerberg et des bandes triasiques de Vorder Trüttlisberg et du Trüttlisberg sera arrachée à son tour de l'anticlinal du Wildstrubel. Plus au N, la masse entraînée s'augmentera d'un

synclinal Laubhorn (cœur du synclinal du Rawil?) composé de Dogger et d'Aalénien qui, transporté vers le bas, formera la charnière des Mülkerblatten. Plus au N, la lame anticlinale du Metschstand se détachera à son tour (de l'anticlinal du Wildhorn) et déterminera, par sa plongée en avant, la fermeture du synclinal de l'Ober Laubhorn-Metschhorn. En même temps que se ferme et s'écrase le synclinal triasico-liasique, la zone triasique de base dérape en quelque sorte sur son substratum et les plis de Blatti et des Walliser Windspillen prennent naissance. Nous avons expliqué au début de ce chapitre comment nous concevions leur genèse (fig. 28, p. 65).

La force qui entraînait ces différentes unités tectoniques vers le bas devait décroître à mesure que l'on s'éloignait du plan de chevauchement du Niesen. En d'autres termes, les écailles supérieures des internes subirent un déplacement plus considérable que les inférieures; cela explique pourquoi la zone du Lochberg est plus dynamo-métamorphisée que celle du Metschstand. Cela expliquerait les accumulations d'Aalénien dans la région du Pillon, du Chamossaire et de Bex.

La présence si singulière de lentilles de Crétacé entre les Aaléniens et les Trias du Pillon s'explique aisément selon notre théorie. En effet, les zones aaléniennes ont subi relativement au Trias une translation importante et ont entraîné avec elles des fragments des lames anticlinales du Metschstand ou du Lochberg-Stand.

Le changement d'axe du synclinal triasico-liasique d'une rive à l'autre de la Simme est probablement dû à l'influence de la nappe du Niesen. La courbure que présente en plan la nappe du Niesen semble, en effet, marquer la plus forte avancée de ces ailes vers le NW, comme l'ont fait remarquer M. LUGEON et E. GAGNEBIN (29, p. 51). Or, cette courbure s'accroît précisément au versant droit de la vallée de la Simme. Nous pensons que cette avancée plus forte du Niesen aurait entraîné le noyau de ce synclinal (Metschhorn) et l'aurait fait pivoter vers le N.

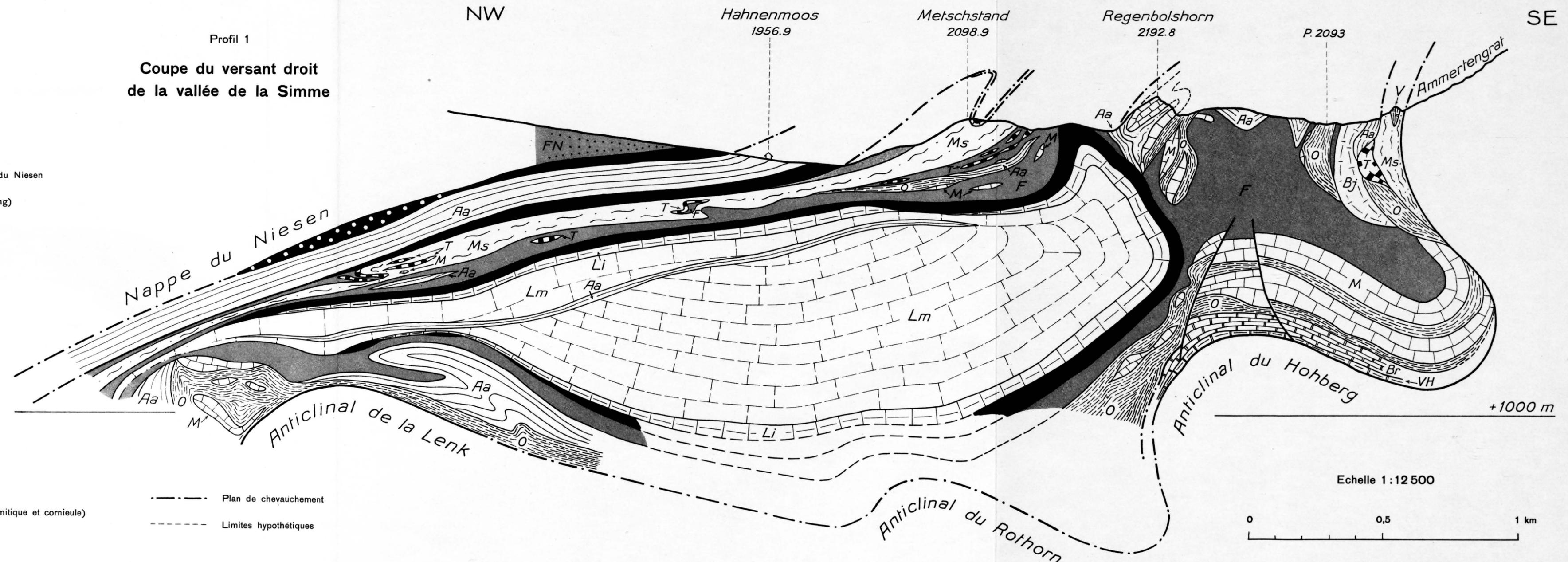
Il est probable qu'avant d'être plissée en synclinal, cette masse de Lias calcaire était déjà isolée en lentille, peut-être par des phénomènes d'érosion antérieurs au plissement.

Nous avons fait abstraction, dans cet exposé, de l'influence des nappes des Préalpes médianes et de la Brèche. Lors de leur glissement par-dessus la zone des Helvétiques que recouvraient déjà les internes, elles ont certainement dû modifier profondément la structure de ces dernières. De quelle façon, nous ne le savons pas, mais nous nous estimerions satisfaits si ce présent travail contribuait à éclaircir les relations des nappes du Niesen et des ultra-helvétiques.

Profil 1
**Coupe du versant droit
 de la vallée de la Simme**

Légende

- | | | |
|-----------|----|--|
| Tertiaire | F | Flysch (Eocène) |
| é | FN | Flysch (Maestrichtien), Nappe du Niesen |
| c | Ms | Maestrichtien (Couches de Wang) |
| t | T | Turonien |
| r | Br | Barrémien |
| é | VH | Valanginien-Hauterivien |
| c | | |
| u | M | Malm |
| q | O | Callovien-Oxfordien |
| i | Bj | Bajocien |
| s | Aa | Aalénien |
| a | Lm | Pliensbachien-Domérien |
| s | Li | Rhétien-Lotharingien |
| u | | |
| r | | |
| Trias | | Trias en général (Calcaire dolomitique et corneule)
Gypse |



--- Plan de chevauchement
 - - - Limites hypothétiques

Echelle 1:12 500
 0 0,5 1 km

NW

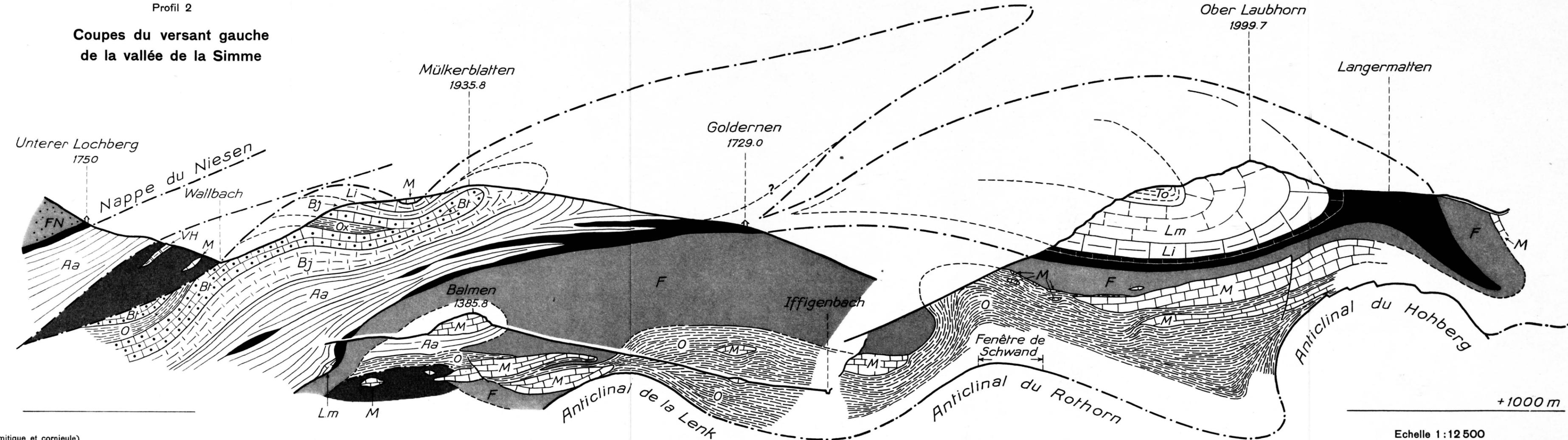
SE

Profil 2

Coupes du versant gauche de la vallée de la Simme

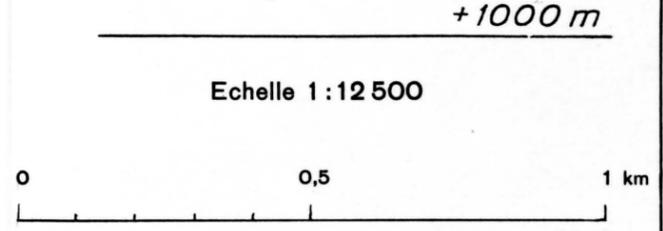
Légende

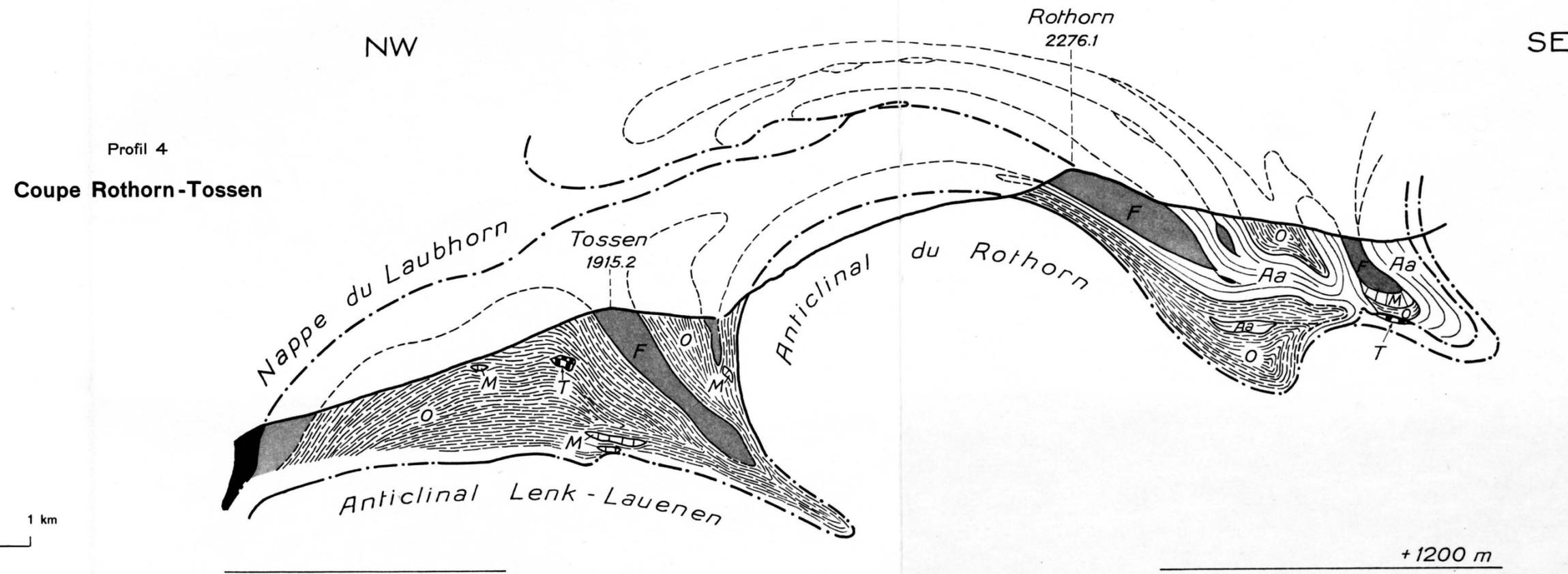
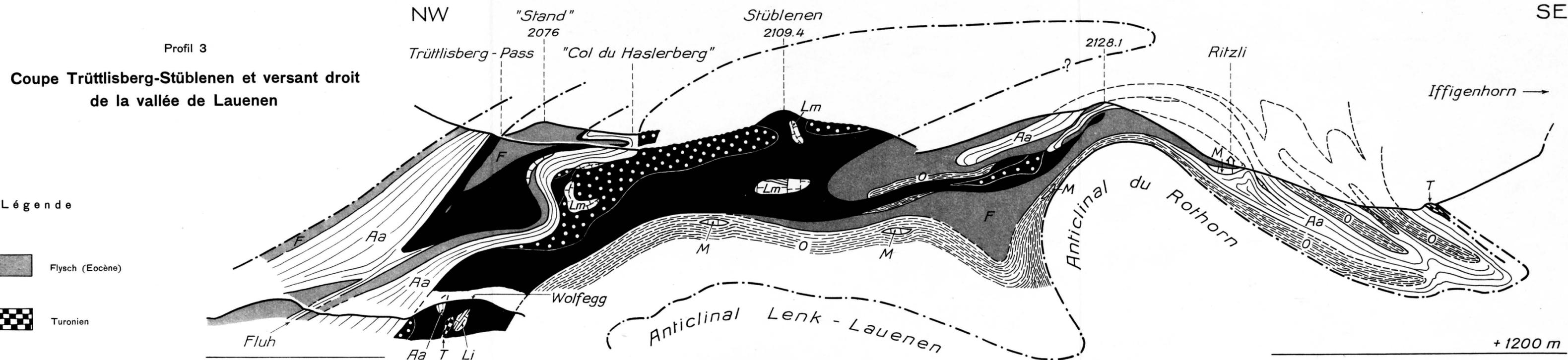
- | | |
|-------------|--|
| Quaternaire | Quaternaire |
| Tertiaire | F Flysch (Eocène) |
| Crétacé | FN Flysch (Maestrichtien), Nappe du Niesen |
| | VH Valanginien-Hauterivien |
| | M Malm |
| | O Callovien-Oxfordien |
| | Bt Bathonien |
| | Bj Bajocien |
| | Aa Aalénien |
| | To Toarcien |
| | Lm Pliensbachien-Domérien |
| | Li Rhétien-Lotharingien |
| Trias | Trias en général (Calcaire dolomitique et cornieule)
Calcaire dolomitique |



Zone de broyage
(Nappes de la Plaine Morte et du Mont Bonvin)

--- Plan de chevauchement
- - - Limites hypothétiques



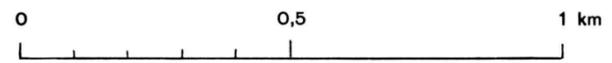


Légende

- | | | | |
|-----------|----|--|---|
| Tertiaire | F | | Flysch (Eocène) |
| Crétacé | T | | Turonien |
| Jurassien | M | | Malm |
| | O | | Callovien-Oxfordien |
| | Aa | | Aalénien |
| | Lm | | Pliensbachien-Domérien |
| | Li | | Rhétien-Lotharingien |
| Trias | | | Trias en général (Calcaire dolomitique et cornieule)
Gypse |

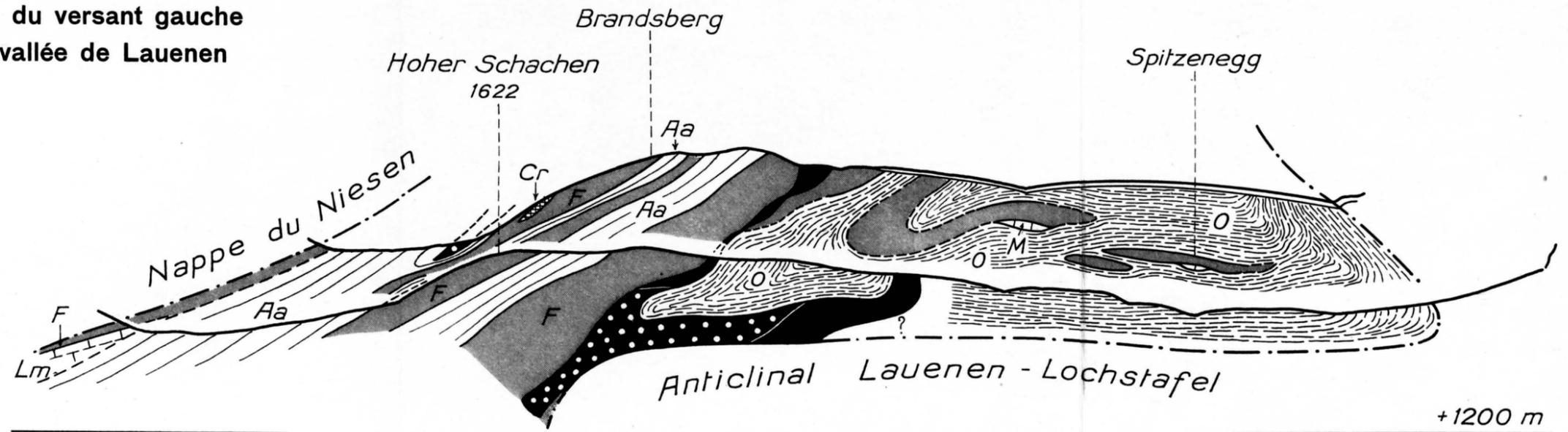
- Plan de chevauchement
- Limites hypothétiques

Echelle 1:12 500



+1200 m

Profil 5
 Coupes du versant gauche
 de la vallée de Lauenen

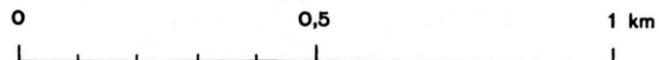


Légende

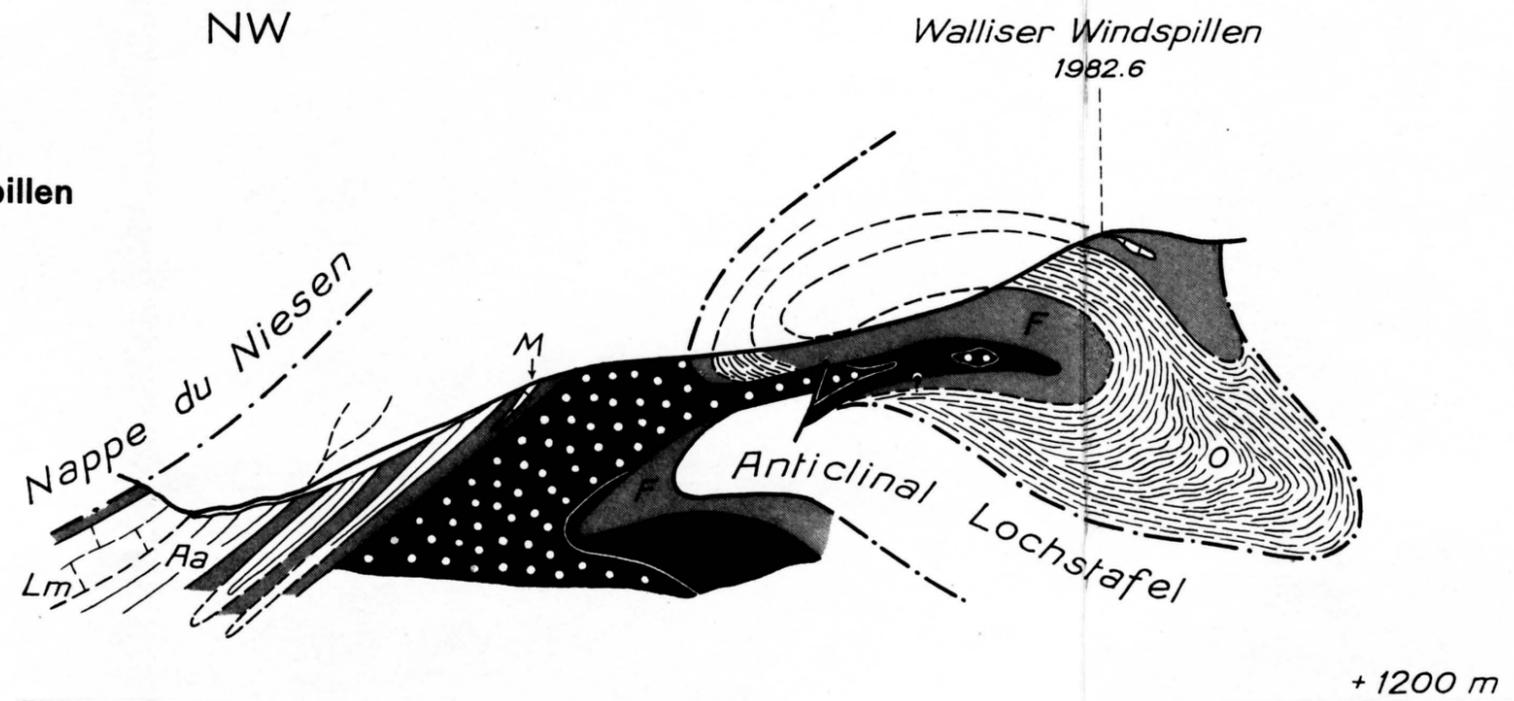
- | | |
|-----------------------|--|
| Quaternaire | [White box] |
| Tertiaire | |
| F | [Dark grey box] Flysch (Eocène) |
| Jurassique | |
| M | [Brick pattern box] Malm |
| O | [Horizontal lines box] Callovien-Oxfordien |
| Aa | [Wavy lines box] Aalénien |
| Lm | [Vertical lines box] Pliensbachien-Domérien |
| Trias | |
| [Black box with dots] | Trias en général (Calcaire dolomitique et Gypse cornieule) |
| Cr | [Grid pattern box] Cristallin |

- - - - Plan de chevauchement
- - - - Limites hypothétiques

Echelle 1:12 500



Profil 6
 Coupes des
 Walliser Windspillen



+1200 m